

# TFM

## Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua)



Esperanza Arnés Prieto

Master de Tecnología Agroambiental para  
una Agricultura Sostenible

11 de julio de 2011



## ÍNDICE

Resumen.....	1
1    Introducción .....	2
2    Objetivos .....	2
3    Antecedentes .....	2
3.1    El Desarrollo Sostenible como concepto.....	2
3.2    Las Evaluaciones de Sostenibilidad .....	6
3.2.1    Manejo de resiliencia .....	10
3.2.2    Adaptative Methodology for Ecosystem Sustainability and Health.....	12
3.2.3    Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad .....	13
4    Materiales y Métodos .....	16
4.1    Descripción de la zona de estudio.....	16
4.1.1    Contexto físico.....	16
4.1.2    Contexto social .....	22
4.2    Toma de datos.....	24
4.3    El marco MESMIS .....	25
4.3.1    Criterios de Diagnóstico .....	26
4.3.2    Indicadores.....	29
4.4    Análisis estadístico .....	32
5    Resultados y discusión .....	34
6    Conclusiones.....	45
7    Referencias.....	46

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de distintos marcos de evaluación de sostenibilidad .....	8
Tabla 2: Microrregiones y comunidades del municipio de San José de Cusmapa .....	17
Tabla 3: Subgrupos Taxonómicos de los Suelos .....	20
Tabla 4: Usos del suelo .....	21
Tabla 5: Numero de encuestas realizadas por comunidad en San José de Cusmapa .....	24
Tabla 6: Contenido de energía para el cálculo de la eficiencia energética .....	29
Tabla 7: Equivalencia entre pendiente con grado de erosión tomado .....	30
Tabla 8: Unidades y valores adecuados para cada indicador .....	31
Tabla 9: Rangos para la estandarización de los valores de los indicadores medidos .....	34
Tabla 10: Valores medios medidos, estandarizados y adecuados por cada indicador .....	39
Tabla 11: Análisis de Componentes Principales .....	42
Tabla 12. Pesos de las componentes principales para cada indicador .....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Los pilares del desarrollo sostenible .....	4
Figura 2: Análisis de Resiliencia en un sistema socio-ecológico .....	11
Figura 3: Interacción entre agentes en <i>Adaptive Methodology for Ecosystem Sustainability and Health</i> .....	12
Figura 4: Atributos generales de la metodología MESMIS .....	15
Figura 5: Localización de Nicaragua .....	16
Figura 6: Departamento de Madriz Y San José de Cusmapa .....	17
Figura 7: Mapa de pendientes de San José de Cusmapa .....	18
Figura 8: Precipitaciones anuales y Temperatura media anual de Nicaragua .....	19
Figura 9: Encuestas por comunidad y sexo realizadas en San José de Cusmapa .....	25
Figura 10: Diagrama de flujo de las comunidades de San José de Cusmapa .....	26
Figura 11: Derivación de los indicadores de sostenibilidad .....	28
Figura 12: Valores del rendimiento .....	35
Figura 13: Valores de la Eficiencia Energética .....	36
Figura 14: Valores de la Tasa Beneficio/Coste .....	36
Figura 15: Valores del Grado de Erosión .....	37
Figura 16: Valores de la Tasa Nutricional .....	38
Figura 17: Valores del acceso a innovaciones tecnológicas .....	38
Figura 18: Diagrama de valores medios medidos y valores adecuados de los indicadores .....	40
Figura 19: Diagrama de valores adecuados, medios, máximos y mínimos para los indicadores .....	41
Figura 20: Biplot de Componente 1 con Componente 2 .....	44
Figura 21: Biplot de Componente 1- Componente 3 y de Componente 1- Componente 4 .....	45

## Resumen

### **DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE SOSTENIBILIDAD DE LOS CAMPESINOS DE MONTAÑA EN SAN JOSÉ DE CUSMAPA, NICARAGUA**

El desarrollo sostenible se está convertido en uno de los hitos más importantes tanto en la investigación como en la agenda política. En el contexto de la gestión de recursos naturales, entender y evaluar los cambios de índole socio-ambiental que se producen en estos sistemas complejos supone un gran desafío, y el diseño de alternativas más sostenibles es ya una necesidad. Desde este trabajo se pretenden sentar las bases de un marco metodológico que ayude a hacer más operativos los principios de sostenibilidad y analizar una serie de indicadores válidos para el contexto específico que se muestra. Igualmente, se pone de manifiesto la fortaleza y validez de la herramienta metodológica para acuñar en otros contextos. La zona de estudio se sitúa en 11 comunidades del municipio de San José de Cusmapa, en el departamento de Madriz, al norte de Nicaragua donde se realizaron 80 encuestas. Se analizaron siete indicadores y hemos constatado a través de ellos, que es un escenario propicio para intervenir con este tipo de actuaciones al diagnosticarse manejos poco sostenibles tanto de los recursos naturales como de los sistemas de cultivo, así como niveles de pobreza extremos, manifestados en carencias alimenticias y nutricionales, analizados. Será pues, necesario comenzar a implantar una serie de medidas que permitan hacer de esta zona un lugar socialmente deseable, económicamente viable y ambientalmente salubre proponiendo un modelo alternativo de gestión de los recursos naturales de su entorno.

## Abstract

### **DEVELOPMENT OF THE SUSTAINABILITY EVALUATION'S METHODOLOGY OF THE MOUNTAIN FARMERS IN SAN JOSÉ DE CUSMAPA, NICARAGUA**

Sustainable development is becoming one of the most important topics in research as well as in the political agenda. In the context of natural resource management, understanding and assessing the socio-environmental changes that occur in these complex systems is a major challenge, and the design of more sustainable alternatives is already a necessity. This work is intended to lay down the foundation of a methodological framework to aid in making the principles of sustainability more operational and will analyze a number of valid indicators for the specific context in question. Similarly, it will highlight the strength and validity of the methodological tool to be used in other contexts. The study area is located in 11 communities in the municipality of San José de Cusmapa, from the department of Madriz, north of Nicaragua. Through the analysis of the 80 inquiries conducted, we have found that it is an appropriate scenario, in which to intervene with this type of actions, according to the diagnose made and as the analyzed indicators show; unsustainable handling of both natural resources and farming systems, levels of extreme poverty manifested in food shortages and nutritional deficiencies. It will therefore be necessary to begin implementing a series of measures that will change this area into one, which is more socially desirable, economically viable and environmentally safe by proposing an alternative model for the management of the natural resources in the area.

## 1 Introducción

El presente documento es la memoria del Trabajo Fin de Master que se ha realizado como parte de la formación recibida en el Master Universitaria “Tecnología Agroambiental para una Agricultura Sostenible” (T.A.P.A.S.) y que ha supuesto la superación de 15 créditos ECTS.

Este trabajo ha sido realizado en el Grupo de Cooperación de Sistemas Agrarios AgSystems de la Universidad Politécnica de Madrid en el marco de los proyectos: “Mejora de la seguridad alimentaria y nutricional de las familias del municipio de San José de Cusmapa (Nicaragua) mediante microproyectos agropecuarios comunitarios” (referencia 42\_AGSYSTEM\_ECAS) y “Reducción de la vulnerabilidad alimentaria de familias rurales de San José de Cusmapa (Nicaragua)” (referencia AC09071501) financiados, ambos, por la Universidad Politécnica de Madrid en la X y XI Convocatoria de Ayudas y Subvenciones de Cooperación y Solidaridad de la UPM.

## 2 Objetivos

Los objetivos perseguidos son; por un lado, profundizar en la literatura referente a las metodologías de evaluación de sostenibilidad para sentar las bases de un marco propio. Y por otro, la elaboración y posterior análisis de un conjunto de indicadores basados en el marco elaborado y acordes a la zona específica que se muestra, poniendo de manifiesto la fortaleza y validez de la herramienta metodológica para poderla extrapolar a contextos diferentes.

## 3 Antecedentes

En este apartado se realizará una revisión bibliográfica de los principales conceptos o palabras clave en los que se basa el documento, teniendo en cuenta una perspectiva cronológica a la hora de explicarlos.

### 3.1 El Desarrollo Sostenible como concepto

Fue a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, cuando las inquietudes sobre el medio ambiente y las teorías de desarrollo empezaron a correlacionarse, dando lugar al concepto de ecodesarrollo; Definido como algo socialmente deseable, económicamente viable y ambientalmente prudente (Sach, 1981), este concepto promulgaba criterios de racionalidad social diferentes de la lógica mercantilista, fundados sobre postulados éticos complementarios de solidaridad. Según el autor, el ecodesarrollo surge como remedio para afrontar dos problemáticas enfrentadas, la del crecimiento ilimitado como solución a todos los males acaecidos en los países por entonces denominados subdesarrollados<sup>1</sup> propia de la economía del desarrollo, y la postura que apoyaba la tasa de crecimiento cero, cuya visión extremadamente ecológica implica, en muchos casos, la pérdida del bienestar humano.

---

<sup>1</sup> El término subdesarrollo surgió durante los años 50 para denominar a los países empobrecidos cuando se comparaban con datos estadísticos y comparativos, la renta per cápita o el PIB de los países ricos y los pobres.

Fue entonces, el concepto de ecodesarrollo, (basándose a su vez en el de conservación o en algunas doctrinas como la de los fisiócratas del siglo XVIII), el que sentó las bases teóricas que desencadenaron de forma coetánea el surgimiento del concepto de desarrollo sostenible. Pero; ¿por qué no triunfó el término ecodesarrollo y sí el término desarrollo sostenible?

Si bien este último término es el que usaremos a partir de ahora para referirnos al trabajo a desarrollar, no es baladí indicar la confusión que sugiere el mismo en función de quién lo use. Según Naredo, *"el éxito de la terminología sostenible se debió en buena medida al halo de ambigüedad que le acompaña"* (Naredo, 1996). Ya Malthus en el siglo XIX vaticinaba que el triunfo en el uso de nuevos términos venía especialmente marcado, en las disciplinas sociales, por su conexión con el propio *status quo* mental, institucional y terminológico establecido en la sociedad en la que se forjaban (Malthus, 1827). Así pues, ciertas autoridades consideraron más oportuno promocionar el término sostenible ya que no proponía, en aquel momento, unas bases bien definidas ni unas propuestas tan críticas para con el modelo de progreso económico imperante.

El concepto de desarrollo sostenible se acuñó en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo en 1972 (coincidiendo con la crisis del petróleo, algunos autores vigorizaron la idea de ecodesarrollo y la introdujeron en el nuevo epíteto creado<sup>2</sup>, pero fueron una minoría), donde se perfilaron algunas directrices generales sobre su implementación, pero no fue hasta 1987 cuando el concepto fue definido e incorporado de forma operativa en el Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

El informe denominado "Nuestro futuro común" o "Informe Brundtland"<sup>3</sup> define el desarrollo sostenible como: *"which implies meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs"*<sup>4</sup> (World Commission on Environment and Development, 1987). El impacto del informe fue enorme ya que por primera vez se puso en tela de juicio abiertamente la idea de crecimiento ilimitado y no agotamiento de los recursos naturales. El informe alarmaba tanto de los niveles de pobreza existentes, como del trato abusivo mostrado por parte de los países más desarrollados para

---

<sup>2</sup> "En el pasado la producción se consideró un beneficio en sí misma. Pero la producción también acarrea costes que sólo recientemente se han hecho visibles. La producción necesariamente merma nuestras reservas finitas de materias primas y energía, mientras que satura la capacidad igualmente finita de los ecosistemas con los desperdicios que resultan de sus procesos. El crecimiento ha sido la medida de la salud nacional y social empleada tradicionalmente por los economistas. Pero el crecimiento industrial continuado en áreas que ya están altamente industrializadas es un valor sólo a corto plazo: la producción presente sigue creciendo en perjuicio de la producción futura, y en perjuicio de un medio ambiente frágil y cada vez más amenazado. La realidad de que nuestro sistema es finito y de que ningún gasto de energía es gratis nos pone frente a una decisión moral en cada momento del proceso económico." Nicholas Georgescu-Roegen, Kenneth Boulding y Herman Daly (1972).

<sup>3</sup> También llamado así pues la comisión fue encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland.

<sup>4</sup> Traducción: "Aquel que satisface las necesidades presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras"

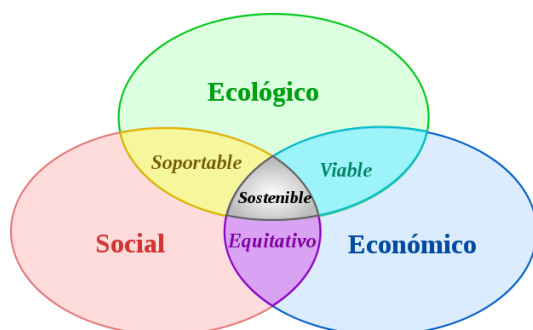
con los recursos del planeta y aludía a un control del consumo desmesurado a través de nuevas estructuras institucionales.

Con objeto de formalizar estos planteamientos, en 1992 se celebró en Río de Janeiro la segunda Cumbre de la Tierra donde se aprobaron tres grandes acuerdos; Un plan de acción a nivel mundial que promoviera el desarrollo sostenible llamado “Programa 21”, la Declaración de Río que consistía en un conjunto de principios en los que se fundamentaban los derechos civiles y obligaciones de los Estados y una Declaración autorizada, sin fuerza jurídica obligatoria, de principios para un consenso mundial respecto de la ordenación, la conservación y el desarrollo sostenible de los bosques<sup>5</sup>.

De la Cumbre del Milenio celebrada en el año 2000 surgió la Declaración del Milenio ratificada por 189 países y auspiciada por Naciones Unidas. En ella se fijan 8 objetivos prioritarios que sirven de guía para aunar esfuerzos y acabar con la pobreza existente y las causas que la provocan. Tanto el objetivo 1: “*Erradicar la pobreza extrema y el hambre*” como el objetivo 7: “*Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente*”, son desafíos que han de afrontarse desde el presente documento ya que, aunque los objetivos deberían de haberse cumplido en el año 2015, los avances han sido escasos y en algunos aspectos ha habido incluso retrocesos. De la misma forma, en la Cumbre de Johannesburgo, celebrada en 2002, se revisaron todas las ideas propuestas diez años antes en la Cumbre de Río ya que los resultados obtenidos estaban siendo desalentadores y se propuso emprender acciones reales y dejar a un lado los debates filosóficos.

La cumbre para el Cambio Climático celebrada el pasado 2009 en Copenhague es una muestra de lo poco que se ha avanzado por el momento en materia medioambiental. Calificada como “gran fracaso” por la mayoría de la opinión pública y cierto sector político como el Ministro sueco de Medio Ambiente, Andreas Calgren, no se alcanzó ningún acuerdo en materia de emisiones ni se logró proponer un protocolo que suplante al de Kyoto, que expira en 2012. El calentamiento global es una amenaza tanto para los ecosistemas del planeta como para las sociedades habituadas a un equilibrio real entre su entorno y su cultura (Gore, A.A., 2006).

**Figura 1: Los pilares del desarrollo sostenible**



Fuente: Dréo, 2007.

Analizando la trayectoria del concepto, resulta paradójico observar, cómo el término ha sido víctima de un manejo enrarecido de su significado y ha sufrido continuos vaivenes entre posturas desarrollistas<sup>6</sup> y ambientalistas. Aunque haya un claro consenso como muestra la Figura 1, en que la sostenibilidad viene de la mano de tres componentes, lo cierto es que el aspecto económico es, aun hoy, considerado por muchos autores el factor que sitúa al

<sup>5</sup> <http://www.observatorio-camaravalladolid.com/docs/tratados-internacionales/InformeCumbre5.pdf>

<sup>6</sup> Nos referimos con desarrollistas a aquellos autores que abogan por un crecimiento económico en pro de alcanzar el desarrollo.



concepto de sostenibilidad más cerca o más lejos de la crítica sistémica. Las grandes crisis o depresiones económicas han sido periodos donde el concepto de desarrollo sostenible ha contado con un mayor fulgor crítico incluso romántico, mientras que en fases de bonanza económica pocos pensaban en los males ambientales ni en el agotamiento de los recursos planetarios. La ambigüedad del término a la que nos referíamos al inicio del presente epígrafe, se podría explicar por esa imprecisión en la definición del mismo y consecuentemente a la imposibilidad de su medición.

Paralelamente al concepto de desarrollo sostenible, evolucionaba el concepto de desarrollo humano, enmarcado dentro de las teorías del desarrollo bajo una perspectiva humanista y limado por investigadores como Amartya Sen, Martha Nussbaum o Manfred Max Neef, pero tornándolo operativo el pakistaní Mahbub Ul Haq en 1990 creando el IDH (Índice de Desarrollo Humano) bajo el auspicio del PNUD.

El desarrollo sostenible, a diferencia del desarrollo humano, no ha logrado aún una propuesta global con indicadores específicos que ayuden a medir la sostenibilidad. Aunque detractores del IDH lo consideran una herramienta muy genérica, lo cierto es que si se conocen sus limitaciones, puede ayudar a medir y establecer un rango entre diferentes zonas geográficas bastante acertada. En el caso del desarrollo sostenible, nos encontramos con varios problemas; Por un lado lo comentado con anterioridad, que el contenido del concepto no es fruto de definiciones inertes, sino que varía según el sistema de razonamiento que apliquemos para acercarnos a él, con lo cual, si seguimos evitando ubicar el término en un determinado sistema de nada servirán las definiciones explícitas pues seguiremos inmersos en ese “*halo de ambigüedad*” al que se refería Naredo. Y por otro lado, pero consecuencia de lo anterior, el escaso interés en globalizar la medición del concepto y establecer un solo índice.

En 1989, Herman Daly y John Cobb Jr, dos economistas ambientales preocupados por la “hipótesis del umbral” que demuestra que cuando los sistemas macroeconómicos se expanden más allá de cierto umbral, el coste que supone ese crecimiento es mayor a los beneficios aportados (Max Neef, 1995), idearon el Índice de Bienestar Económico Sostenible (IBES<sup>7</sup>) como indicador alternativo tanto al PIB (que calibraba únicamente aspectos económicos) como al IDH (que no considera ninguna variable medioambiental). Este índice centra su atención en la degradación del medio ambiente y en la distribución del ingreso gracias a considerar en él variables como el consumo ajustado, el coeficiente de Gini, (que mide la inequidad geográfica en la distribución percentil de la renta nacional) y otros aspectos que se consideran importantes para el bienestar social.

Pasado algún tiempo desde la puesta en marcha del IBEW, se ha demostrado que teóricamente es un índice muy sólido pero que aún requiere un desarrollo de métodos de valoración más robustos (Lawn, 2003).

---

<sup>7</sup> La última actualización del IBES fue hecha en 1994. También conocido por IBEW por sus siglas en inglés

Centrados exclusivamente en el ámbito medioambiental, lo más aproximado a un índice es el concepto de huella ecológica<sup>8</sup>, considerado por muchos como un buen indicador global aproximado. El concepto fue introducido en 1992 por William Rees y Mathis Wackernagel y según sus estimaciones, con el modelo actual de consumo, la humanidad necesita un planeta y medio para vivir de esta manera. Según esto, son los países industrializados o antiguamente llamados desarrollados los que más huella ecológica dejan.

Tras haber mostrado una perspectiva poco alentadora de los logros alcanzados en la medición de la sostenibilidad, desde el presente trabajo consideramos firmemente que en vez de torturar las cifras para obtener un sólo número que mida el desempeño ambiental o el bienestar social, se recomienda hacer uso de indicadores económicos, sociales y ambientales con un enfoque muticriterio, adaptando para cada circunstancia o zona unos indicadores u otros. De un mismo modo, su ponderación dependerá del sistema en el que trabajemos.

Podemos concluir añadiendo que no existe una única definición de sostenibilidad, ésta debe definirse localmente y atendiendo a la diversidad ambiental y sociocultural, pero sin perder la perspectiva global que nos ayuda a planificar a distintas escalas y a considerar valores universales.

### 3.2 Las Evaluaciones de Sostenibilidad

Antes de centrarnos en la evaluación de sostenibilidad, como eje central y específico del presente trabajo, sería conveniente aproximarnos brevemente tanto al enfoque que tiene actualmente la evaluación como ciencia *per se*, como a la evolución que ha sufrido la misma a lo largo de los años.

Las evaluaciones se caracterizan por haber sufrido varias generaciones (Guba y Lincoln, 1989). Las de 1ª generación son aquellas que se centran en medir y cuantificar los resultados obtenidos, siendo realizadas normalmente por un investigador especializado en instrumentos de medición. Las de 2ª generación, exigían un poco más de planificación; en este sentido describían las fortalezas y debilidades en relación con unos objetivos previamente establecidos y a partir de la medición de los cambios operados en las variables analizadas, se contrastaban con los objetivos. Las evaluaciones llamadas de 3ª generación, se caracterizaban por poner el énfasis en la necesidad de incorporar valoraciones y juicios a la evaluación. Esto supuso un gran avance para la ciencia evaluativa ya que obligó a apreciar y a reconocer la existencia de una pluralidad de valores y, por tanto, una pluralidad de criterios de valoración, en la sociedad donde se desenvuelven los programas, los proyectos o planes a evaluar.

Por último, las de 4ª generación se consideran evaluaciones interactivas ya que tanto su contenido como su propósito se definen a través de un proceso negociado (y no *a priori*), en el que participan directamente todos los implicados (stakeholders). También se la considera una evaluación constructivista ya que la metodología utilizada se basa en el paradigma

---

<sup>8</sup> Se calcula estimando en hectáreas el déficit actual entre el área física que sostendría indefinidamente a una población dada y el área realmente ocupada. Es decir se suma el área realmente usada (para alimentos, pastos, madera) y un área virtual que sería necesaria para absorber el CO<sub>2</sub> producido a través de la fotosíntesis de la nueva vegetación.

interrogativo frente al paradigma científico: las realidades sociales y de comportamiento son construcciones mentales y por ello los diseños experimentales son sustituidos por procesos holísticos (Guba y Lincoln, 1989)

Las evaluaciones de sostenibilidad<sup>9</sup> emergieron como una de las herramientas más útiles para hacer operativo el concepto de desarrollo sostenible. Aunque no todas las evaluaciones contemplan los mismos principios, es importante tener claro cuáles son los objetivos que se persiguen para idear o basarse en la que mejor se adapte tanto a las circunstancias que se precisen como a la definición de desarrollo sostenible que se considere oportuna. Hoy en día existe una evidente necesidad de idear un modelo basado en una relación equilibrada entre la sociedad y la naturaleza por ello consideramos que la evaluación ha de ser un proceso adaptativo, de continuo aprendizaje y experimentación, un ciclo de evaluación-acción-evaluación.

A grandes rasgos, encontramos tres grandes grupos de evaluaciones de sostenibilidad; aquellas que diseñan una lista bastante amplia de indicadores, aquellas que determinan índices agregados de sostenibilidad y ofrecen como resultado un único valor, y aquellas que proponen marcos metodológicos más flexibles ya que parten de supuestos muy generales para luego ir adaptándose al contexto específico (Masera et al., 2008). Los marcos de evaluación son más útiles a la hora de emprender investigaciones más profundas y complejas pero si no se dispone del tiempo necesario quizá convenga escoger una metodología más sencilla. En la Tabla 1 aparecen las características generales de un conjunto de marcos de evaluación.

---

<sup>9</sup> Los términos sostenibilidad, sustentabilidad y durabilidad se consideran sinónimos.

**Tabla 1: Comparación de distintos marcos de evaluación de sostenibilidad**

Marco	Enfoque	Áreas de evaluación	Tipo de evaluación	Tipo de escala	Derivación de indicadores	Integración de indicadores	Evalúadores	Experiencias en estudios de caso
FESLM	Orientado a objetivos	Ambiental Económico	<i>ex-post</i>	Espacial (parcela-región)	<i>Bottom-up</i>	No incorpora	Consultor externo y agentes locales	Alta
Presión-Estado-Respuesta	Sistémico	Ambiental	<i>ex-post</i>	Institucional (Comunidad-nación)	<i>Bottom-up</i>	Índice agregado	Consultor externo	Alta
IICA	Sistémico	Ambiental Económico	<i>ex-post</i>	Institucional	<i>Top-down</i>	No integra	Consultor externo	Baja
Stockle y colaboradores	Orientado a objetivos	Ambiental	<i>ex-post</i>	Espacial (Parcela agrícola)	<i>Bottom-up</i>	Índice agregado	Consultor externo	Baja
PICABUE	Orientado a objetivos	Social	<i>ex-post</i>	Institucional (Comunidad-nación)	<i>Top-down</i>	No integra	Consultor externo y agentes sociales	Baja
MARPS	Orientado a objetivos	Ambiental	<i>ex-post</i>	Institucional (Comunidad-nación)	<i>Top-down</i>	Índice agregado	Consultor externo y agentes locales	Media
Lewandowski y colaboradores	Orientado a objetivos	Ambiental	<i>ex-post</i>	Espacial (Parcela agrícola)	<i>Top-down</i>	Índice agregado	Consultor externo	Baja
CIFOR	Orientado a objetivos	Ambiental Económico	<i>ex-post</i>	Espacial (cientos a miles de ha)	<i>Bottom-up</i> <i>Top-down</i>	No integra	Consultor externo y agentes locales	Alta
MESMIS	Sistémico	Ambiental Económico Social	<i>ex-post</i> <i>ex-ante</i>	Institucional	<i>Bottom-up</i>	Modelos Gráfica	Consultor externo y diversos sectores	Alta
Evaluación de satisfactores	Sistémico	Ambiental Económico Social	<i>ex-post</i>	Institucional	<i>Bottom-up</i>	Gráfica	Consultor externo y diversos sectores	Media
Manejo de resiliencia	Sistémico	Ambiental Económico Social	<i>ex-ante</i>	Institucional	<i>Bottom-up</i>	Modelos	Consultor externo y diversos sectores	Baja
SEAN	Sistémico	Ambiental Económico	<i>ex-ante</i>	Espacial	<i>Top-down</i>	No integra	Consultor externo	Baja
AMESH	Sistémico	Ambiental Económico Social	<i>ex-ante</i>	Institucional	<i>Bottom-up</i>	Modelos	Consultor externo y diversos sectores	Baja

Fuente: Astier et al., 2008

Resulta interesante detenerse brevemente y explicar las características en las que se basa la Tabla 1 para diferenciar los marcos de evaluación. El **enfoque** hace referencia a si un marco está orientado a objetivos concretos o si es un marco sistémico. El primero de los casos dicta unos objetivos o aspectos generales a los que hay que aproximarse para alcanzar una mayor sostenibilidad, los objetivos son un fin en sí mismos; por ejemplo, conservación de suelos, eficiencia, rendimiento, preservación de biodiversidad. Sin embargo los marcos sistémicos identifican atributos propios del comportamiento del sistema de manejo haciendo hincapié en aspectos funcionales y en relaciones de reciprocidad (Holling, 2001). Con estos atributos se pretende reflejar los elementos necesarios para que el sistema se regule o se transforme. Un marco sistémico busca la sostenibilidad del sistema en su conjunto, no la sostenibilidad de las partes por las que está formado ya que en ocasiones esto no ocurre.

Respecto al **área de evaluación**, hay marcos que se centran en sólo un área, como el marco PICABUE, el MARPS, que se centran en el área social, o los llevados a cabo por otros investigadores que abogan por un enfoque agrícola (Stockle et al., 1994; Lewandowski et al., 1999). Sin embargo, no hemos de perder de vista la integridad del concepto de sostenibilidad, otorgando a priori un peso igualitario a las tres áreas de evaluación: La ambiental, la social y la económica. Tener claro el **tipo de evaluación** a desempeñar es vital para el diseño de la investigación. La mayoría de los marcos de la Tabla 1, realizan una evaluación *ex post*, válida como método de calificación, pero olvidan la evaluación *ex ante* que compara alternativas de manejo antes de su implementación mediante el análisis de escenarios potenciales.

El **tipo de escala** de evaluación es una de las características más controvertidas y difíciles de acotar dada la alta interdependencia entre los procesos que suceden a nivel local, regional y global. La evaluación multiescalar, posee tres dimensiones distintas (López-Ridaura, 2005). Por un lado la escala espacial que se relaciona con el espacio físico donde se tiene en cuenta tanto la extensión como la precisión con que se detallan los procesos. Por otro lado está la escala temporal que hace referencia al tiempo transcurrido pudiéndose medir de manera absoluta o por intervalos de meses, semanas o incluso días, dependiendo de las características de los procesos. Por último está la escala institucional, que refleja las interacciones entre los agentes que controlan la dinámica del sistema. Esta escala parte de la unidad más simple que es el individuo hasta la más extensa que es el ámbito nacional o global.

La manera de **derivar los indicadores** puede ser *top-down* donde un grupo de expertos son quienes dictan un conjunto de indicadores para cada objetivo propuesto, o *bottom-up* donde los indicadores surgen de una previa caracterización de los sistemas de manejo a analizar. En cuanto a la **integración de los indicadores**, no existe consenso a la hora de indicar el método más adecuado, sin embargo los modelos tanto de optimización como de simulación son tecnologías más precisas que facilitan la explicación de los procesos. No obstante, existen trabajos que se basan en índices o en gráficos a la hora de exponer sus resultados, excelentemente valorados. El proceso evaluativo ha de cobrar un enfoque participativo donde los **evaluadores** sean, entre otros, los propios agentes inmersos en el sistema. Cuantos más agentes incorpore la evaluación, más completa y justa será, sin embargo esto conlleva un mayor gasto de tiempo y de recursos.

Como muestra la Tabla 1, sólo tres de los 13 marcos revisados se somborean de color salmón ya que son los que cumplen las características más avanzadas e innovadoras en lo que a evaluación de sostenibilidad se refiere. Aunque sólo el marco MESMIS tenga mayor difusión y cuente a día de hoy con un mayor número de estudios realizados en campo, en el siguiente apartado analizaremos los tres marcos identificados como mejores evaluadores de la sostenibilidad (AMESH, Manejo de resiliencia y MESMIS) y optaremos por, o bien seguir la metodología de uno de ellos, o bien hacer operativa una metodología basada en los componentes más interesantes de la mezcla de los tres marcos.

### **3.2.1 Manejo de resiliencia**

Los primeros artículos que surgieron de este marco evaluativo fueron escritos por un grupo muy extenso de investigadores encabezados por el profesor Bryan Walker (Walker et al., 2002; Walker et al., 2004). El manejo de resistencia aboga por una gestión de los recursos naturales desde dentro del propio sistema buscando una sostenibilidad a largo plazo. El término resiliencia se puede definir como la capacidad de un sistema para absorber cualquier tipo de perturbación y reorganizarse tras ese momento conservando su misma función, estructura e identidad (Holling, 1973). Existen autores que lo definen como la velocidad de retorno al estado de equilibrio (Pimm, 1991), pero la opinión imperante continúa apoyando la primera definición.

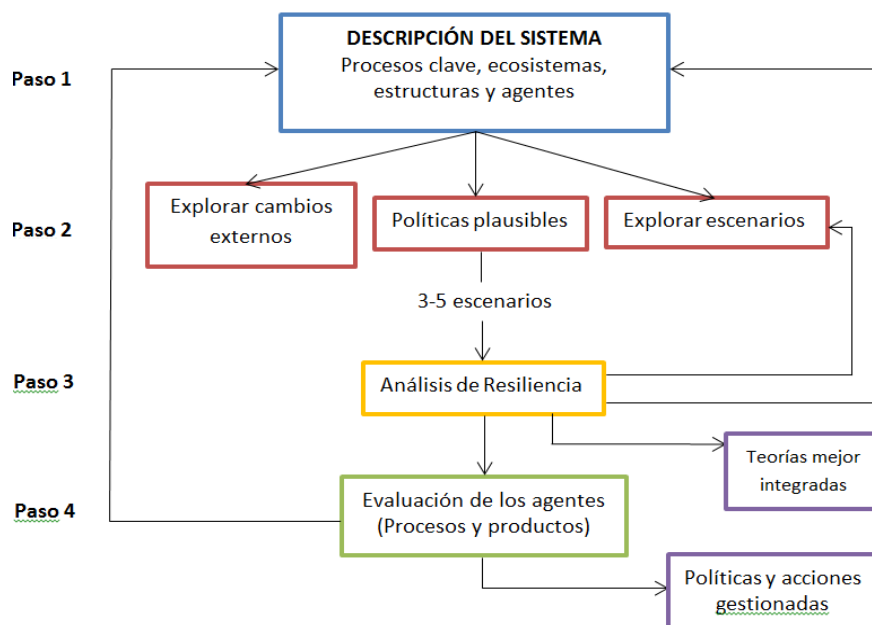
Este marco de evaluación se caracteriza por buscar la sostenibilidad de los recursos naturales dentro del propio sistema en el que se integra (Walker et al., 2002). Así pues, achaca una importante debilidad al hecho de que, hasta la fecha, los investigadores han abogado por un control externo de los recursos naturales, elaborando estadísticas basadas en predicciones futuras con distribuciones de sucesos estocásticos, basados en funciones de unas u otras características, con la única intención de hacer previsible lo imprevisible. El cambio reside en estudiar el comportamiento del propio sistema, ya no en cómo controlar los cambios externos para proteger al sistema, sino conocer en profundidad el sistema para saber qué cambios puede o no puede resistir y fortalecerlo para que muestre una mayor resiliencia con el paso del tiempo con respecto a cambios externos imprevisibles (Walker et al., 2004).

La gestión de resiliencia tiene dos objetivos fundamentales: Por un lado prevenir que el sistema se mueva hacia configuraciones no deseadas cuando se enfrenta a cambios externos, y por otro, nutrir de elementos que permitan al sistema renovarse y reorganizarse por él mismo tras un cambio masivo (Walker et al., 2002).

Tras fijar los objetivos, se logró hacer operativo el marco y lo dividieron en cuatro pasos principales a seguir, tal y como se muestra en la Figura 2. El primer paso consiste en crear un marco de referencia sobre el sistema que estamos estudiando. El objetivo es sacar la máxima y más profunda información por medio de los agentes que se ven inmersos en el sistema. Conocer sus límites espaciales, saber cuáles son los servicios más usados por su población, quienes son los agentes inmersos e involucrados y sobre todo realizar un perfil histórico haciendo hincapié en los acontecimientos tanto ecológicos, económico-sociales como tecnológicos que se han dado en los últimos tiempos (de cien a doscientos años). También es imprescindible indicar qué factores influyentes son controlables (ej. políticas o usos del suelo)

o incontrolables (ej. climatología) y qué variables de las que controlan del sistema, actúan con dinámicas lentas o rápidas. (Carpenter and Turner, 2000).

**Figura 2: Análisis de Resiliencia en un sistema socio-ecológico**



*Fuente: Elaboración propia a partir de Walker et al., 2002*

El segundo paso consiste en examinar las posibles perturbaciones venideras y cómo influyen entre los agentes del sistema. Para ello se desarrollan un conjunto de escenarios y se fijan posibles trayectorias a seguir por los agentes. En cada escenario se consideran paralelamente las variables económicas, ecológicas y sociales tanto como los miedos, las esperanzas o, más a largo plazo, las políticas de acción que se pueden preparar en cada uno.

El tercer paso se basa en relacionar lo estudiado en los pasos 1 y 2 a través de métodos tanto basados en modelos como en estadísticas. El objetivo es localizar variables clave que sean las que lideren la dinámica del sistema, y centrarse en los umbrales que maneja. A este paso se le denomina análisis de resiliencia porque es el paso en el que no existe una forma exacta de operar, sino que cada sistema ofrecerá unas características determinadas diferentes a cualquier otro. Sin embargo, existen una serie de parámetros que orientan cómo de resiliente puede ser una variable.

Por último, el cuarto paso consiste en realizar una evaluación general con todos los agentes, y sacar a la luz las políticas o los procedimientos de acción a los que se ha llegado. Un exitoso análisis de resiliencia identificaría los procesos que determinan los niveles críticos del sistema con variables de control claves. Este conjunto de procesos corresponden a una serie de acciones que hacen que se aumente o se reduzca la resiliencia.

A la hora de valorar el presente marco de evaluación, destacamos algunas debilidades como que no cuenta con demasiadas experiencias de base, lo que complica la adaptación de su teoría al contexto que nosotros estudiamos. De igual forma, consideramos una importante



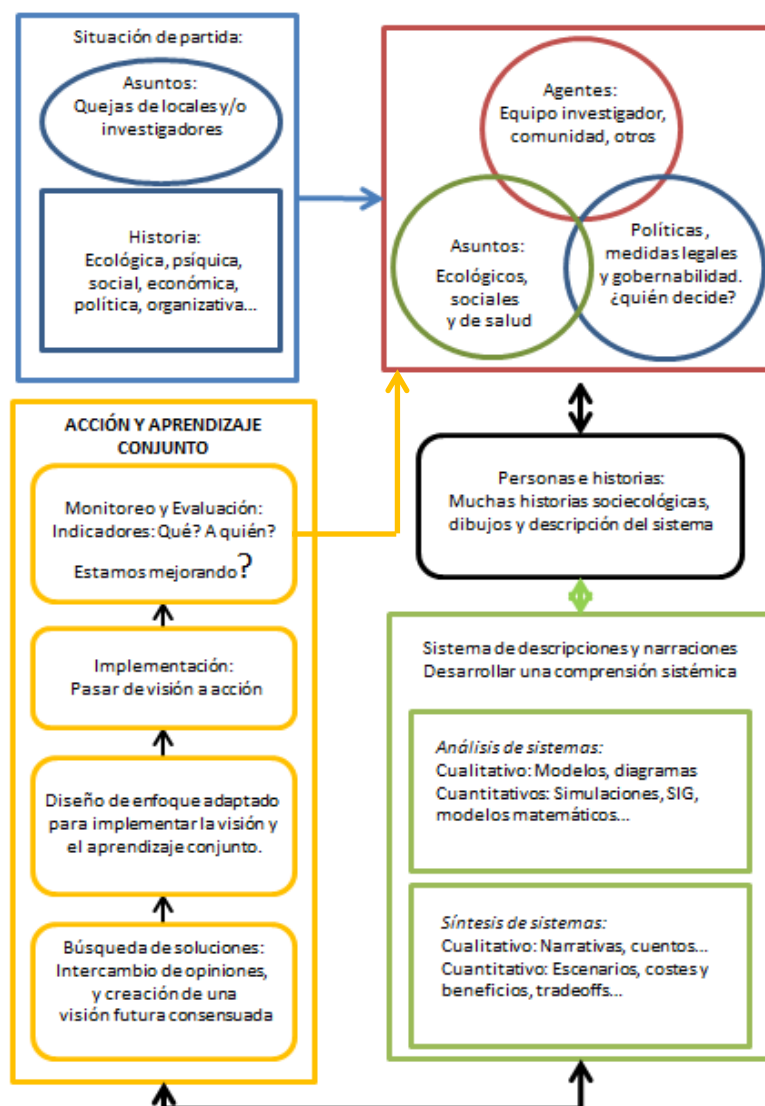
amenaza el hecho de que no se planté una continuidad temporal que se convierta en un ciclo de mejora evaluativa. Sin embargo, encontramos una base teórica muy sólida y definida lo que ayudaría a innovar posibles formas de operativizar, tomándolo como referencia.

### 3.2.2 *Adaptative Methodology for Ecosystem Sustainability and Health*

Desde la década de los noventa los investigadores James Kay y David Waltner-Toews se centraron en desarrollar una metodología práctica que fortaleciera la base teórica que habían estado trabajando relacionada con los principios ecosistémicos, los sistemas jerárquicos y las teorías sobre complejidad. A esta metodología de carácter evaluativo, pero con un fuerte impulso planificador se le denominó AMESH: Adaptative Methodology for Ecosystem Sustainability and Health (Metodología Adaptada a la Salud y la Sostenibilidad de los Ecosistemas).

**Figura 3: Interacción entre agentes en Adaptative Methodology for Ecosystem Sustainability and Health**

El marco de evaluación AMSEH no busca obtener indicadores de sostenibilidad que converjan en un índice. El objetivo principal es encontrar una guía para la investigación de sistemas complejos y crear un equilibrio lo más armonioso posible entre el saber científico construido en los últimos años y las características socioculturales tejidas tradicionalmente desde el saber popular (Neudoerffer et al., 2005). La planificación y la toma de decisiones se realizan circunscribiendo las opiniones de un amplio espectro de agentes, que como resultado aportan una riqueza y heterogeneidad de ideas.



Fuente: Waltner y Kay, 2005



Como se muestra en la

**Figura 3**, al igual que el manejo de resiliencia, el marco AMESH cuenta con una serie de pasos indicativos a la hora de emplear la metodología. El primer paso consiste en la identificación de un problema, bien sea por la población local (lo más probable), por investigadores o por un agente externo. Tras ello, hay un intento de comprensión global mediante la incorporación de perspectivas multiescalares de índole social y ecológica. Una vez discernido, tanto los agentes locales como los investigadores, buscan alternativas integradas en el propio sistema y diseñan las líneas de acción contemplando las distintas escalas y perspectivas señaladas con anterioridad. Tras esto, los beneficiarios deben elegir una de las líneas de acción propuestas y desarrollar un plan que incorpore un sistema de aprendizaje conjunto para llevarla a cabo. Por último, la evaluación y análisis del sistema y de los procesos que han tenido lugar por parte de los investigadores (Waltner y Kay, 2005).

Tras analizar más detenidamente el marco AMESH, observamos que uno de los principales problemas, coincidiendo con el de manejo de resiliencia, es que no plantea una continuidad temporal para que se convierta en un ciclo de mejora evaluativa ya que está preparado para realizar una evaluación *ex ante*. De la misma manera cuenta con pocas experiencias aunque, estas a diferencia del marco anterior, se realizaron en países empobrecidos. Sin embargo, es una metodología muy clara y sencilla de operativizar y tiene una gran potencial investigador en muchos aspectos.

### **3.2.3 Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad**

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad: MESMIS, surge del esfuerzo multidisciplinar de varias instituciones de desarrollo mexicanas<sup>10</sup> que trabajan en distintos aspectos del manejo de agro ecosistemas complejos. Los primeros artículos fueron publicados en 1999 por los investigadores Omar Masera, Marta Astier, Luis García-Barrios y Santiago López-Ridaura, quienes a lo largo de esta última década, han conseguido implementar la herramienta tanto a nivel nacional como internacional (Masera et al., 1999).

Los objetivos principales que persigue el marco MESMIS son ayudar a evaluar la sostenibilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, haciendo énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad, brindando una reflexión crítica destinada a mejorar las posibilidades de éxito de las propuestas de sistemas de manejo alternativos y de los propios proyectos involucrados en la evaluación (Masera et al., 1999). Presenta una estructura flexible para adaptarse a diferentes niveles de información, de contexto y capacidades técnicas locales disponibles.

---

<sup>10</sup> Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO-UNAM), Centro de Investigaciones en Ciencias Agropecuarias (CICA-UAEM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA A.C).

Busca entender de manera integral tanto las limitaciones como las oportunidades para la sostenibilidad de los sistemas de manejo que surgen de la intersección de procesos ambientales con el ámbito social y con el económico. También permite comparar a los sistemas de manejo en términos de sostenibilidad, ya sea mediante la confrontación de uno o más sistemas alternativos con un sistema de referencia (comparación transversal) o bien mediante la observación de los cambios de las propiedades de un sistema de manejo particular a lo largo del tiempo (comparación longitudinal).

El MESMIS se propone como un proceso de análisis y retroalimentación. Se busca evitar que el análisis proporcione simplemente una calificación de los sistemas de manejo en escalas de sostenibilidad. Asimismo, propone un proceso de evaluación participativo que enfatiza dinámicas de grupo y una retroalimentación continua del equipo evaluador. Constituye una herramienta en desarrollo. La experiencia de su aplicación permitirá mejorar el propio marco. En este sentido, debe entenderse al MESMIS como un método para organizar (pero no agotar) la discusión sobre sostenibilidad y la forma de hacer operativo el concepto y es por todo esto por lo que será la herramienta metodológica en la que nos basaremos en el presente trabajo.

La sostenibilidad de un sistema de recursos naturales se define por siete atributos generales: Productividad, Equidad, Resiliencia, Estabilidad, Confiabilidad, Adaptabilidad, y Autogestión<sup>11</sup>.

**Productividad:** Es la habilidad de un agroecosistema para proveer de un nivel requerido de bienes y servicios.

**Equidad:** Es la habilidad del sistema para distribuir la productividad (beneficios o costos) de una manera justa e igualitaria (Maser et al., 1999).

**Resiliencia:** El término resiliencia se puede definir como la capacidad de un sistema para absorber cualquier tipo de perturbación y reorganizarse tras ese momento, conservando su misma función, estructura e identidad (Holling, 1973). Podemos dividir el concepto de resiliencia en tres características. La latitud, que sería la cantidad máxima de cambios que puede resistir un sistema antes de perder su capacidad de recuperación. A mayor anchura de cambio (latitud) antes de llegar al umbral, mayor número de estados del sistema puede experimentar en el intervalo. La resistencia, que es la facilidad o dificultad con que un sistema cambia o cuán grande es la resistencia al cambio del sistema. Y por último la precariedad, que expresa la trayectoria actual del sistema y cuán próximo a sus límites o umbrales está, tras los cuales la regeneración es difícil o imposible. (Walker et al., 2004).

**Estabilidad:** Con este término nos referimos a la propiedad del sistema de tener un estado de equilibrio dinámico estable. Es decir, que se mantenga la productividad del sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo bajo condiciones promedio o normales.

**Confiabilidad:** Es la capacidad del sistema de mantenerse en niveles cercanos al equilibrio ante perturbaciones normales del ambiente. Podría asemejarse a la definición de resistencia que dimos dentro de las componentes de resiliencia.

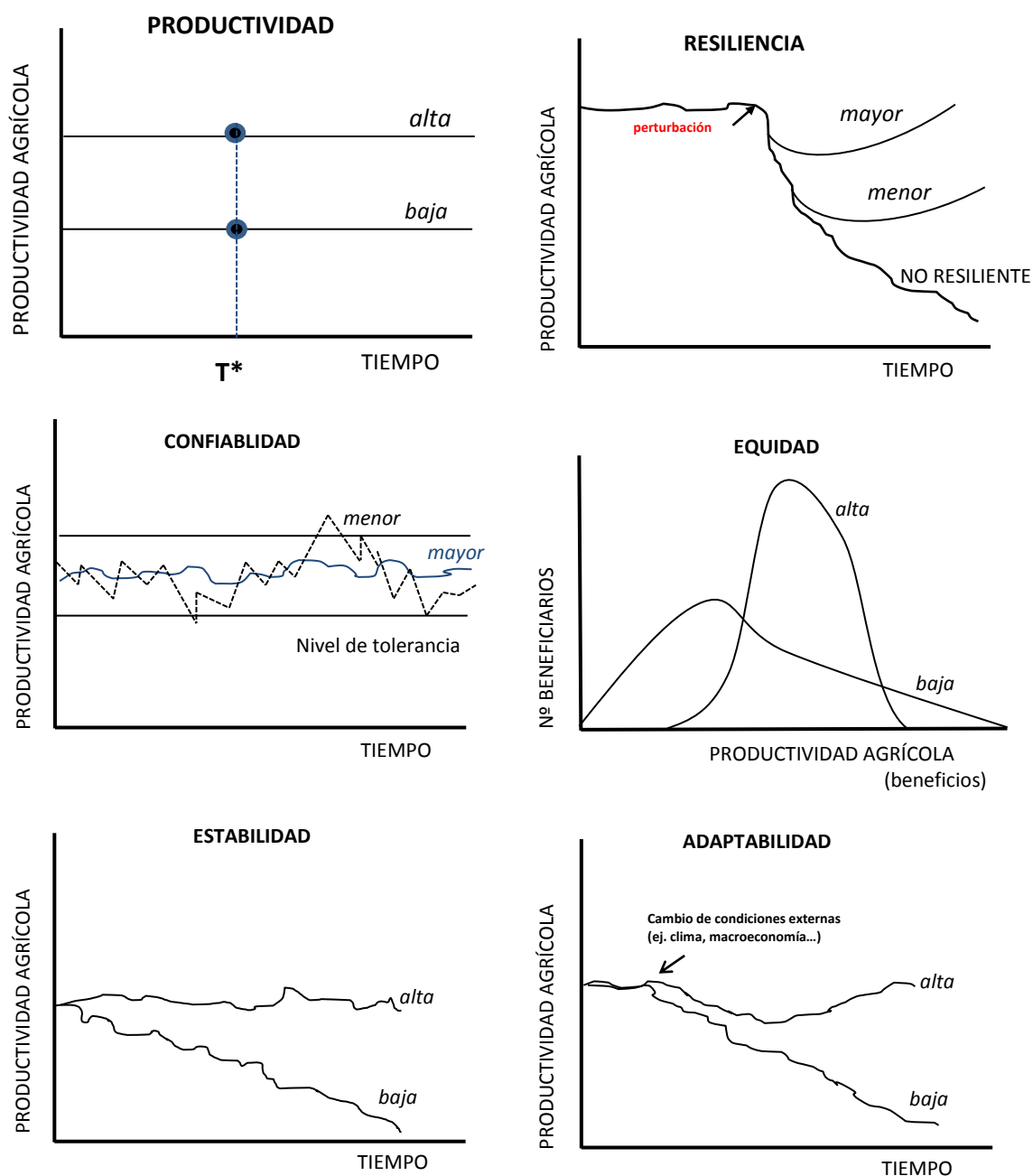
---

<sup>11</sup> Este atributo también se denomina autonomía, auto seguridad, auto empoderamiento u otras variantes dependiendo del texto que se escoja.

**Adaptabilidad** (o flexibilidad): Se define como la capacidad que tiene el sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio es decir, de continuar siendo productivo, ante cambios a largo plazo en el ambiente.

**Autogestión:** (en términos sociales y auto dependencia en términos ambientales) es la capacidad del sistema de regular y controlar sus interacciones con el exterior (Masera et al., 1999).

**Figura 4: Atributos generales de la metodología MESMIS**



*Fuente: Elaboración propia a partir de Masera et al., 1999.*

## 4 Materiales y Métodos

En este apartado expondremos las características de la zona de estudio y describiremos la metodología empleada en las distintas fases del proyecto (desde la toma de datos hasta el análisis de resultados). Conviene señalar que la metodología empleada será similar al MESMIS, pero no exacta, ya que los datos que se analizan se tomaron previamente al planteamiento del presente trabajo.

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

Las zonas de estudio en el presente proyecto son las comunidades rurales de: El Apanto, El Roble, Imírez, Jobo, La Fuente, Los Llanitos, Mamey, Mojón, El Rodeo, Terrero y Ángel 2, todas ellas pertenecientes al municipio de San José de Cusmapa, ubicado en el departamento de Madriz en Nicaragua. A continuación expondremos brevemente las características más importantes de la zona, tanto de su medio físico como de su contexto socioeconómico. Haremos un breve enmarque de cada aspecto a tratar a nivel país para luego centrarnos en el municipio.

#### 4.1.1 Contexto físico

A continuación describiremos sucintamente las características físicas de la zona de estudio en las que nos basaremos para caracterizar nuestro sistema de referencia necesario para crear el diagrama de flujos.

##### Datos generales

La República de Nicaragua es un país ubicado en el propio centro del istmo centroamericano (Figura 5). Limita al norte con Honduras, al sur con Costa Rica, al oeste con el océano Pacífico y al este con el Mar Caribe.

**Figura 5: Localización de Nicaragua**



Fuente: Elaboración propia

Es el país centroamericano con mayor extensión, cuenta con una superficie total de 129.924 km<sup>2</sup>, (incluidos los 9.240 km<sup>2</sup> de aguas internas), lo que equivale a aproximadamente

la cuarta parte de la superficie total de España. En cuanto a población, la cifra de habitantes asciende a 5.666.301 (CIA, 2011), siendo el cuarto país más poblado de Centroamérica, después de Guatemala (13.276.517 habitantes), Honduras (7.792.854 habitantes) y El Salvador (7.185.218 habitantes). La densidad de población de Nicaragua es de 45,5 habitantes/km<sup>2</sup>.

**Figura 6: Departamento de Madriz Y San José de Cusmapa**



*Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, 2000*

Madriz es un departamento que se extiende 1.375 km<sup>2</sup> al norte de Nicaragua y cuya cabecera departamental es la ciudad de Somoto. San José de Cusmapa, con una superficie de 130 km<sup>2</sup>, es uno de los nueve municipios que componen el departamento de Madriz (Figura 6). A su vez, el municipio se divide en seis microrregiones (MRG) (Tabla 2) que aglutinan un total de 27 comunidades, en las señaladas con tono naranja se incluye nuestra investigación.

**Tabla 2: Microrregiones y comunidades del municipio de San José de Cusmapa**

*MRG 1	MRG 2	MRG 3	MRG 4	MRG 5	MRG 6
La Jabonera	El Carrizo	Jocómico	El Naranjo	El Mamey	Cusmapa
El Chilamatal	El Lajero	El Horno	El Tamarindo	El Terrero	El Rodeo
La Jagua	El Ángel 1	El Gavilán	Los Limones	El Roble	Los Llanitos
Las Malvas	El Ángel 2	Imirez			El Mojón
	El Ángel 3	Apante			La Fuente
	Aguas Calientes				
	El Jobo				

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INETER, 2000*

(\*MRG: Microrregión)

(Señaladas en tono naranja aquellas comunidades donde se realizó el estudio)





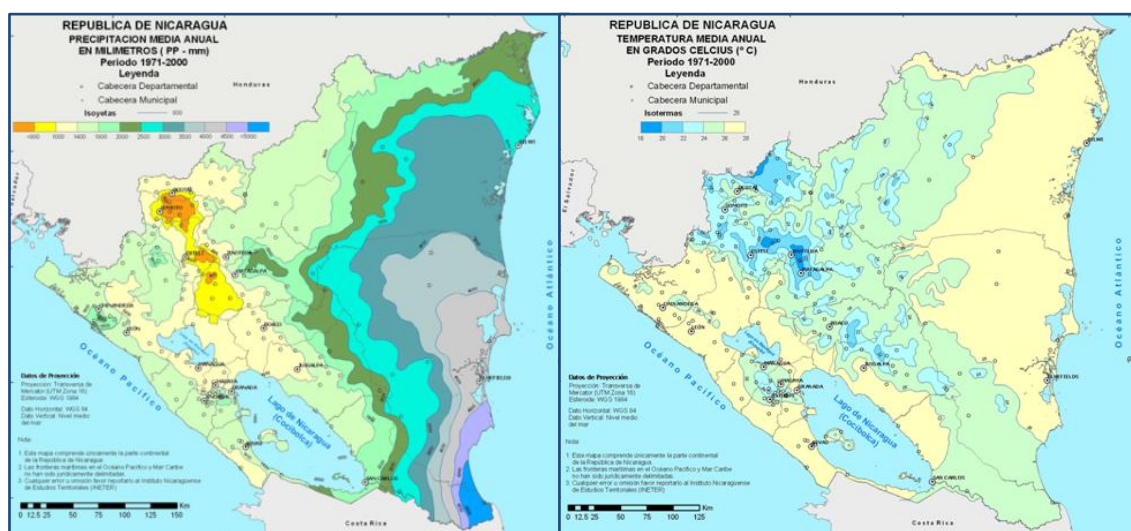
## **Climatología e Hidrología**

Nicaragua posee mucha variedad de dominios climáticos, aunque pertenecientes, todos, al ámbito tropical, lo que hace que presente condiciones térmicas similares durante todo el año. Debido a su posición en la franja costera de océano Atlántico, y su carácter montañoso, podemos encuadrar su clima tropical dentro del clima monzónico.

El clima nicaragüense presenta dos estaciones bien marcadas; la lluviosa y la seca. En general, la época de lluvias se extiende de junio a noviembre y la seca de diciembre a mayo, no obstante, existen grandes diferencias entre la costa atlántica y la pacífica tal y como se aprecia en la Figura 8. La costa del Pacífico es más seca que la del Caribe. La zona central y montañosa de Nicaragua tiene un clima más frío y húmedo, especialmente en el este. La costa caribeña es más húmeda, con altas temperaturas y fuertes precipitaciones.

Según la metodología de Koppen para la clasificación de los climas y según el INETER, en el país hay 4 zonas climáticas: Clima de Sabana Tropical (Aw), Clima de Sabana tropical de altura (Aw<sub>h</sub>), Clima Monzónico Tropical (Am) y Clima de Selva Tropical (Afi).

**Figura 8: Precipitaciones anuales y Temperatura media anual de Nicaragua**



*Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales 2000.*

San José de Cusmapa se ubica en la zona climática “Clima de Sabana tropical de altura” que se caracteriza por una marcada estación seca de seis meses de duración, con predominante vegetación de bosques latifoliados y pasto con malezas. La temperatura media anual oscila entre los 26 °C y los 28 °C. Las precipitaciones pluviales varían entre los 1.200 mm y 1.400 mm anuales.

La zona de San José de Cusmapa sufre a menudo de importantes sequías debido, en parte, a su escasez de fuentes de agua dulce. El municipio cuenta con tres ríos: el río de Tapascalí que nace en este municipio y desemboca en el litoral del Atlántico, el río de Imire

que nace en el municipio y desemboca en el Litoral Pacífico y el río Negro que nace en la república de Honduras y desemboca en el Litoral Pacífico.

### Suelos y Usos del suelo

Desde el punto de vista litológico, Nicaragua se trata de un país eminentemente volcánico lo que hace que la mayoría de sus rocas sean lavas andesíticas, rocas piroclásticas, basálticas o intrusivas. Bajo la perspectiva taxonómica, la variabilidad aumenta encontrando así, diferentes órdenes y clases dentro de un mismo tipo de suelo. Podemos citar algunos de los suelos más extendidos por el país como: molisoles, inceptisoles, altilisoles, ultisoles, vertisoles, entisoles, histosoles entre otros.

**Tabla 3: Subgrupos Taxonómicos de los Suelos de San José de Cusmapa**

SUELOS/ORDEN		ÁREA OCUPADA		
SIMBOLO	Subgénero taxonómico	ha	Mz	%
<b>ENTISOL</b>		1.442	2.060	11,10
Elu	Lithic Ustorthents	1.442	2.060	11,10
<b>INCEPTISOL</b>		3.640	5.200	28,02
Ilv	Lithic Ustropepts	3.640	5.200	28,02
<b>MOLLISOL</b>		6.084	8.691	46,83
Mtad	Typic Argiudolls	3.658	5.226	28,16
Mlad	Lithic Argiudolls	1.198	1.711	9,22
Mua	Udic Argiustolls	99	141	0,76
Mlad	Lithic Argiustolls	1.129	1.613	8,69
<b>ALFISOL</b>		1.619	2.313	12,46
Att	Typic Tropudalfs	43	61	0,33
Alt	Lithic Tropudalfs	1.576	2.251	12,13
<b>OTRAS TIERRAS</b>		207	296	1,59
TC	Tierras coluviales	57	81	0,44
VC	Suelos Vérticos	104	149	0,80
AR	Afloramiento rocoso	46	66	0,35
<b>Área Total</b>		12.992	18.560	100

La geología de San José de Cusmapa está formada por rocas volcánicas. En el plano edafológico, encontramos una mayor variabilidad, hecho que denota un mayor interés para nuestro análisis. Existen seis categorías en el sistema de clasificación taxonómico<sup>12</sup>, pero para el estudio de Nuñez Osorio de los suelos de San José de Cusmapa se llegó hasta el cuarto. Las categorías son: Orden – Suborden – Gran Grupo – Subgrupo – Familia – Serie de Suelo.

Como muestra la Tabla 3, los suelos que más superficie ocupan son los Molisoles (46,83%), seguidos de los Inceptisoles (28,02%) y en tercer lugar los Alfisoles (12,46%).

*Fuente: Núñez Osorio, 2008*

Los principales aspectos de cada tipo de suelo del municipio son: Entisoles en general no tienen capacidad para soportar actividades agropecuarias, su mejor uso es para el manejo forestal. Los Inceptisoles también tienen baja capacidad para soportar labores agrícolas, aunque son menos frágiles que los Entisoles, ya que tienen un bajo a moderado grado de cohesión y estabilidad estructural, su mejor uso es para manejo forestal o agroforestal.

<sup>12</sup> Sistema de Clasificación Taxonómica de la 7ª Aproximación de 1974, más los Suplementos de la 7ª aproximación de los años 1967 y 1970 y las modificaciones del Soil Taxonomy de la USDA, 1975.



Los Molisoles son suelos minerales de desarrollo juvenil, con un horizonte superficial rico en humus y bien estructurados. Estos suelos presentan las mejores condiciones para el desarrollo de cultivos anuales, semiperennes, perennes, agroforestería y bosques, teniendo un manejo adecuado de acuerdo a la pendiente del terreno y otras características más específicas. Los Alfisoles presentan niveles de fertilidad de moderada a baja, debido a su abundante cantidad de fragmentos rocosos en la superficie.

El uso actual de la tierra en el municipio nos da una idea sobre cómo se distribuyen los recursos naturales y cómo de sobreexplotados están. Como hemos comentado anteriormente, por sus condiciones ambientales, el municipio tiene una vocación eminentemente forestal, ya que en la mayoría de su territorio los suelos son moderadamente superficiales (<40cm). Sin embargo, los niveles de deforestación que está habiendo, están provocando problemas severos de erosión (principalmente en zonas de pendientes pronunciadas) y hasta de deslizamientos peliculares (superficiales) desapareciendo así la capa del suelo por completo.

**Tabla 4: Usos del suelo**

Uso de la tierra	km <sup>2</sup>	%
Agrícola	5,25	4,04
Pecuario	108,19	83,27
Forestal	16,18	12,45
Urbanizado	0,30	0,23
TOTAL	129,92	100

En la Tabla 4 se muestran los principales usos a los que se destina la superficie del municipio de San José de Cusmapa. Como se puede observar, el 83,27 % se destina a uso pecuario seguido del 12,45 % al uso forestal y por último el 4,04 % para uso agrícola.

*Fuente: Núñez Osorio, 2008*

### **Flora, Fauna y Espacios Naturales**

La vegetación del municipio de San José de Cusmapa, se encuentra seriamente afectada por la explotación maderera intensiva producto de la agricultura migratoria, por el consumo de leña y por la colonización de tierras marginales para uso agropecuario, lo que ha provocado áreas con altos índices de erosión con vegetación compuesta por maleza compacta y pastos con malezas.

Sin embargo, se encuentran algunas especies como *Quercus ilex* (encina), *Schinopsis balansae* (quebracho), *Gliricidia sepium* (madero negro), *Laurus nobilis* (laurel), *Quercus robur* (roble), *Cedrela Odorata* (cedro), *Swietenia humilis* (caoba), *Albizia saman* (genízaro) y *Ceiba pentandra* (ceiba), entre otras. En la mayoría del territorio predomina la vegetación xerofítica o de matorral. Las principales cobertura forestales del municipio son de tipo latifoliada y de coníferas. Proporcionando una cobertura de bosque del 15,06% en el municipio en el año 2008 (Núñez Osorio, 2008).

El problema de la deforestación y el avance de la frontera agrícola ponen en peligro de extinción a algunas especies animales, amenazadas también, por la acción de cazadores furtivos. La fauna mayoritaria está compuesta por *Hippocamelus antisensis* (venado), *Oryctolagus cuniculus* (conejo), *Procyon lotor* (mapachín), *Sciurus vulgaris* (ardilla), *Dasypus*

*novemcinctus* (cusucos o armadillo común), *Dasyprocta punctata* (guatusa), y gran variedad de reptiles como *Ctenosaura similis* (garrobo), o *Iguana iguana*. Destacan las aves como el *Pharomachrus mocinno* (quetzal), *Columba livia* (paloma), *Coragyps atratus* (zopilote), *Quiscalus mexicanus* (zanate) y *Pica pica* (urraca).

Existe una zona protegida y calificada como Reserva Natural denominada *Tepesomoto-La Patasta*. Su extensión abarca 87 km<sup>2</sup> incluyéndose dentro de dos departamentos (Madriz y Estelí) y a su vez acoge varios municipios de Madriz (San Lucas, Las Sabanas y San José de Cusmapa).

#### **4.1.2 Contexto social**

A continuación describiremos las características socioculturales de la zona de estudio en las que nos basaremos para caracterizar nuestro sistema de referencia necesario para crear el diagrama de flujos.

##### **Estructura de la población**

El 57% de la población nicaragüense se concentra en zonas urbanas<sup>13</sup>. La tasa de migración es bastante alta (-3,53 ‰) y la esperanza de vida llega a los 71,9 años (69,82 los hombres y 74,09 las mujeres. (CIA, 2011)

Se sitúa en el puesto 115 con un Índice de Desarrollo Humano (IDH) bajo, con valor de 0,565 (PNUD, 2010). La tasa de natalidad se estima del 19,46 ‰ y la de mortalidad del 5,03 ‰ (CIA, 2011).

El municipio de San José de Cusmapa cuenta con 7.072 habitantes (72 hab/km<sup>2</sup>) donde un 80,97% de la población se concentra en zonas rurales y tan sólo el 19,03% en zonas “urbanas”. Es una población muy joven, aproximadamente el 57% tiene 18 años o menos. En 2006 la tasa de natalidad fue 20,8 ‰ y la de mortalidad 6,7‰ (Núñez Osorio, 2008).

##### **Organización política y Tejido social**

Nicaragua es un país pequeño con un sistema institucional público cuya división política establece un estado independiente con capital en la ciudad de Managua. Se divide en 15 departamentos y a su vez estos se dividen en municipios (estos con mayor peso político y presupuestario que los departamentos).

La alcaldía de Cusmapa cuenta con un Alcalde y 4 concejales; 2 del FSLN (Frente Sandinista de Liberación Nacional) y 2 del PLC (Partido Liberal Constitucionalista). Cada una de las comunidades del municipio cuenta con un “Alcaldito” designado por la Alcaldía para servir de enlace y trasmisor de noticias, trámites y demandas entre la Alcaldía y las comunidades. Existe un órgano creado en 2006 denominado CDM (Comité de Desarrollo Municipal), que

---

<sup>13</sup> Consideramos zona urbana aquella que supera núcleos de población de más de 10.000 habitantes.

aglutina distintos actores locales, líderes de distintos colectivos y lo preside el Alcalde del municipio.

La unidad organizativa mínima es la familia, los vínculos familiares son muy fuertes y en las zonas rurales padres, hijos y abuelos conviven bajo el mismo techo. Durante la época sandinista, todas las familias tenían derecho a cultivar una determinada superficie de terreno y las comunidades gozaban de tierras comunales que se trabajaban conjuntamente. Desde hace unos años, las tierras comunales están desapareciendo y ningún campesino posee los derechos de propiedad de ningún terreno si no ha pagado por él previamente.

Con respecto a las características étnicas de la población del municipio, hemos de destacar que el 90% son de origen indígena. Originariamente, el departamento de Madriz era una zona despoblada, pero tras ciertos acontecimientos históricos un porcentaje de población 100% indígena fue expulsado de otras zonas del país instalándose en lo que hoy en día es el departamento de Madriz. Contrastando tales datos con las condiciones físicas del entorno, podríamos suponer que la zona sufría despoblación debido a la limitada fertilidad de sus suelos, su pronunciada orografía y sus prolongados periodos de sequía. La comunidad indígena forma parte de las decisiones gubernamentales a nivel comunitario y también a nivel estatal. Aunque muy lejos de mantener intacta su cultura, los derechos indígenas son aceptados y salvaguardados en comparación con otros países vecinos que reniegan de su condición.

### **Educación**

Los niveles educativos en Nicaragua son altos en comparación con los índices de sus vecinos Honduras o El Salvador. La tasa de alfabetización es del 87,5% (tres décimas por encima las mujeres que los hombres). La tasa de escolarización primaria ronda el 87% y la de secundaria el 43%.

En el municipio de San José de Cusmapa hay 34 escuelas infantiles, 21 centros de primaria y tan sólo uno de secundaria. La tasa de analfabetos supera la media nacional con un 38,84%. Aunque la tasa de escolarización sea alta, existen muchos casos de deserción escolar coincidiendo con temporadas de trabajos en el campo. Otro problema de la deserción es el acceso limitado a los centros y la fluctuante y escasa economía familiar.

### **Economía**

La agricultura sigue siendo la base de la economía del país suponiendo el 43% de su PNB, empleando al 28% de la población activa y representando el 67% del valor de las exportaciones. El sector agrario tradicional se centra, principalmente, en el cultivo del maíz, el frijol y el maicillo.

A pesar de un proceso de ajuste estructural y de disciplina fiscal que tuvo como recompensa la condonación de más del 80% de su deuda externa en 2002, no se ha logrado reducir significativamente la pobreza. El país presenta grandes desigualdades (geográficas, por

grupos poblacionales y étnicos, por género) y depende en alto grado de la cooperación internacional.

En el municipio de San José de Cusmapa la producción agrícola existente es mayoritariamente para autoconsumo, lo que supone una alta vulnerabilidad social ante agentes como el clima, los rendimientos de producción o la calidad de la semilla.

## 4.2 Toma de datos

A continuación describiremos los criterios elegidos para delimitar el objeto de estudio y la metodología seguida para la obtención de información.

Para la realización del estudio se seleccionaron 11 comunidades cercanas al municipio de San José de Cusmapa, ubicado en el departamento de Madriz.

El tipo de muestreo elegido para escoger a los agricultores fue el denominado: “*Muestreo de cuotas*” Es un tipo de muestreo no probabilístico pero similar al muestreo probabilístico estratificado ya que exige un conocimiento de las características de la población para poder estratificar la muestra. Como no hay base de sondeo se deja al encuestador la selección última de los componentes muestrales, dándole las características (cuotas) que deben reunir. En el caso que nos ocupa, las cuotas fueron de tipo geográfico (tomamos los datos en diferentes comunidades) denominándose al método en sí: “*Método de rutas*” (Rodríguez Osuna 1991).

El tipo de herramienta utilizada para obtener la información fue la encuesta<sup>14</sup>. Se realizaron un total de 80 encuestas distribuidas como muestra la Tabla 5. Fueron realizadas por los dos estudiantes de la E.T.S.I. Agrónomos desde el 10 de julio hasta el 20 de Agosto del 2010. Se puede ver el modelo de encuesta realizado en el anexo I.

**Tabla 5: Numero de encuestas realizadas por comunidad en San José de Cusmapa**

Comunidad	Nº Entrevistas	Comunidad	Nº Entrevistas
El Apanto	4	Mamey	12
El Roble	4	Mojón	8
Imirez	9	El Rodeo	4
Jobo	8	Terrero	11
La Fuente	7	Ángel 2	4
Los Llanitos	9	<b>TOTAL</b>	<b>80</b>

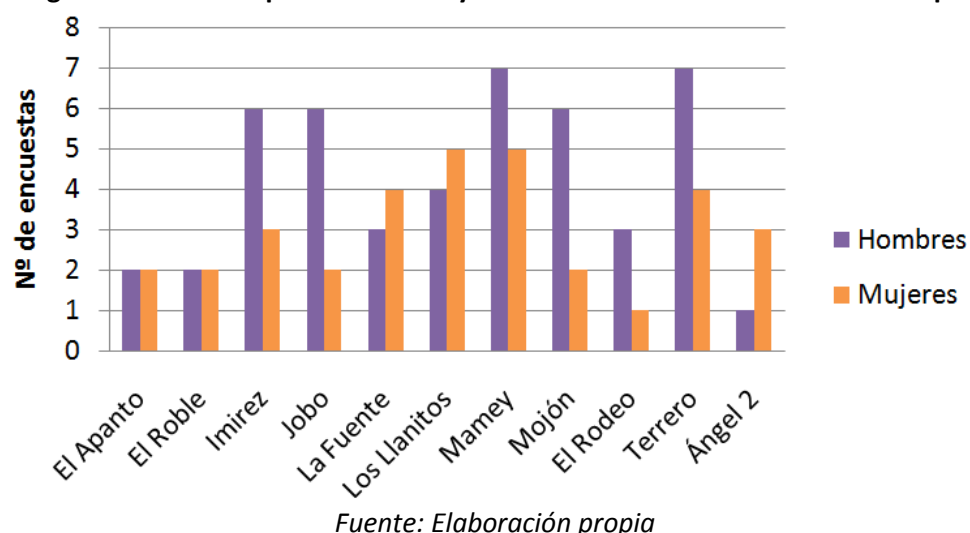
*Fuente: Elaboración propia*

<sup>14</sup> Una encuesta es un estudio en el que el investigador no modifica el entorno ni controla el proceso que está en observación. Los datos se obtienen a partir de realizar un conjunto de preguntas normalizadas y dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, formada a menudo por personas, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, características o hechos específicos. El investigador debe seleccionar las preguntas más convenientes, de acuerdo con la naturaleza de la investigación.

La muestra se compone de 80 agricultores, todos ellos trabajan con la ONGD local INSFOP-UNICAM dándoles apoyo en técnicas de mejora del manejo de recursos, uso eficiente de agua y en el proyecto de las Escuelas de Campo Agrícolas, programa, este último, subvencionado por la UPM y denominado Comunidades del Milenio. Esta ONGD da soporte a un total de 500 familias en el municipio de San José de Cusmapa también actúa en el municipio de Estelí.

La Figura 9 muestra la distribución de entrevistas por comunidad disgregada por sexos. Es interesante hacer esta diferencia ya que INSFOP-UNICAM ha empezado a trabajar con algunas mujeres en lo referente a los programas de patios y huertos donde les enseñan a cultivar hortalizas en el terreno de su propia vivienda. Esto puede ser significativo ya que la alimentación de las familias ha sufrido claras mejoras en cuanto a cantidad y variedad. Se procuró realizar las entrevistas de la forma más equitativa posible resultando que de todos los encuestados el 58,75% fueron hombres y el 41,25% fueron mujeres.

**Figura 9: Encuestas por comunidad y sexo realizadas en San José de Cusmapa**



### 4.3 El marco MESMIS

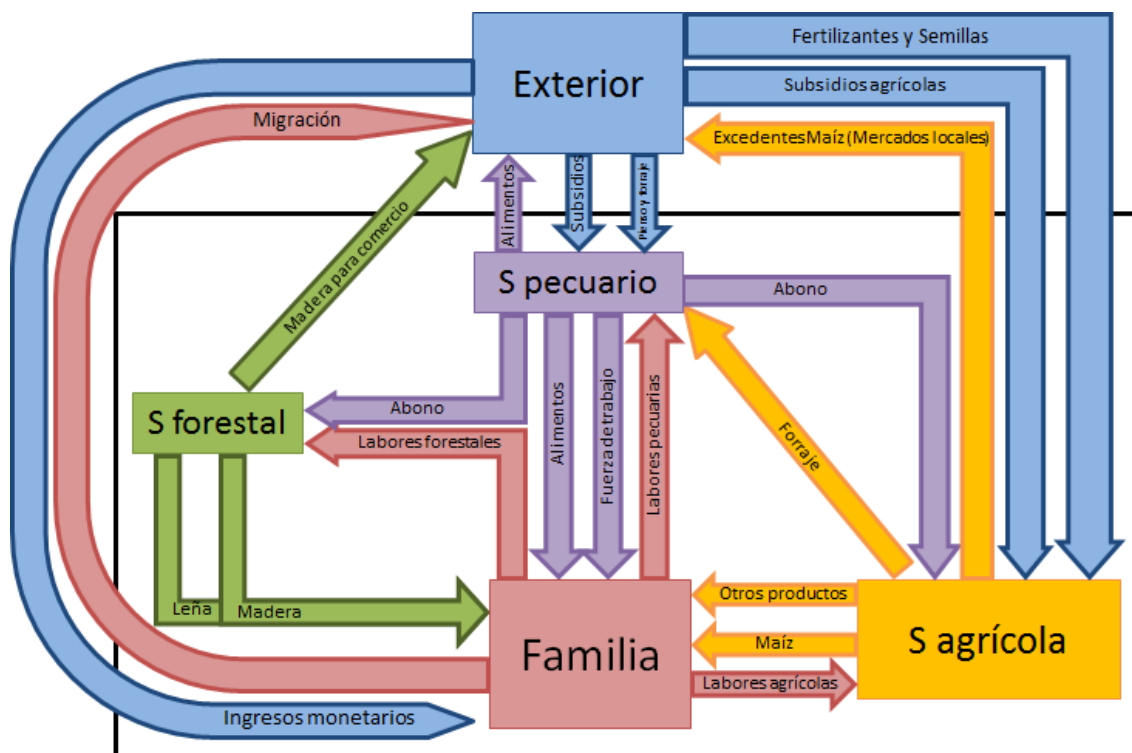
En el siguiente apartado comentaremos la metodología aplicada en nuestro trabajo y sus similitudes con el marco de referencia en el que nos estamos basando, el marco MESMIS.

Para implementar el MESMIS, hay que concebir la herramienta como un ciclo continuo con distintas fases. Para concretar los atributos generales que definen la metodología MESMIS y tornarlos más operativos, se definen los criterios de diagnóstico, pero para esto hay que conocer las características de nuestro sistema específico<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> La descripción de los atributos se trata en el apartado de Antecedentes ya que el marco MESMIS los define así. Sin embargo los Criterios de Diagnóstico y los Indicadores los hemos construido basándonos en datos propios, es por ello que se incluyen en el apartado de Materiales y Métodos.

Los datos en los que nos basamos para caracterizar nuestro sistema de referencia son: fuentes bibliográficas secundarias de autores que han estado trabajando previamente en el municipio de San José de Cusmapa (ver apartado 4.1) y una serie de entrevistas y de encuestas realizadas en Julio y Agosto del 2010 a los agricultores de la zona (ver apartado 4.2). Gracias a ellos hemos podido construir el diagrama de flujos.

**Figura 10: Diagrama de flujo de las comunidades de San José de Cusmapa**



Fuente: Elaboración propia

\*S: Subsistema

#### 4.3.1 Criterios de Diagnóstico

Tras la caracterización de nuestro sistema, procedemos a definir los criterios de diagnóstico.

Dentro del atributo de productividad consideramos importante tener en cuenta los rendimientos del cultivo mayoritario *Zea mays* (maíz) y del resto de productos agrícolas *Phaseolus vulgaris* (frijol), *Sorghum vulgare* (maicillo), hortalizas y frutales. En este sentido es vital contar con la eficiencia que diagnostica; cómo de rentable económicamente es la producción y cómo de eficientemente aprovecha la energía nuestro sistema.

Los atributos de resiliencia, estabilidad y confiabilidad se pueden agrupar en nuestro caso y de ellos derivan los siguientes criterios de diagnóstico: Conservación que hace referencia predominantemente a los recursos suelo y agua ya que son indispensables para la continuidad de la vida y la estabilidad del socio-ecosistema en el que nos ubicamos. También tomamos la vulnerabilidad como criterio de amenaza tanto a nivel social como a nivel

ambiental y por último la diversidad, que se corresponde con la riqueza de especies del entorno y las posibilidades de diversificación de ingresos por parte de los agricultores.

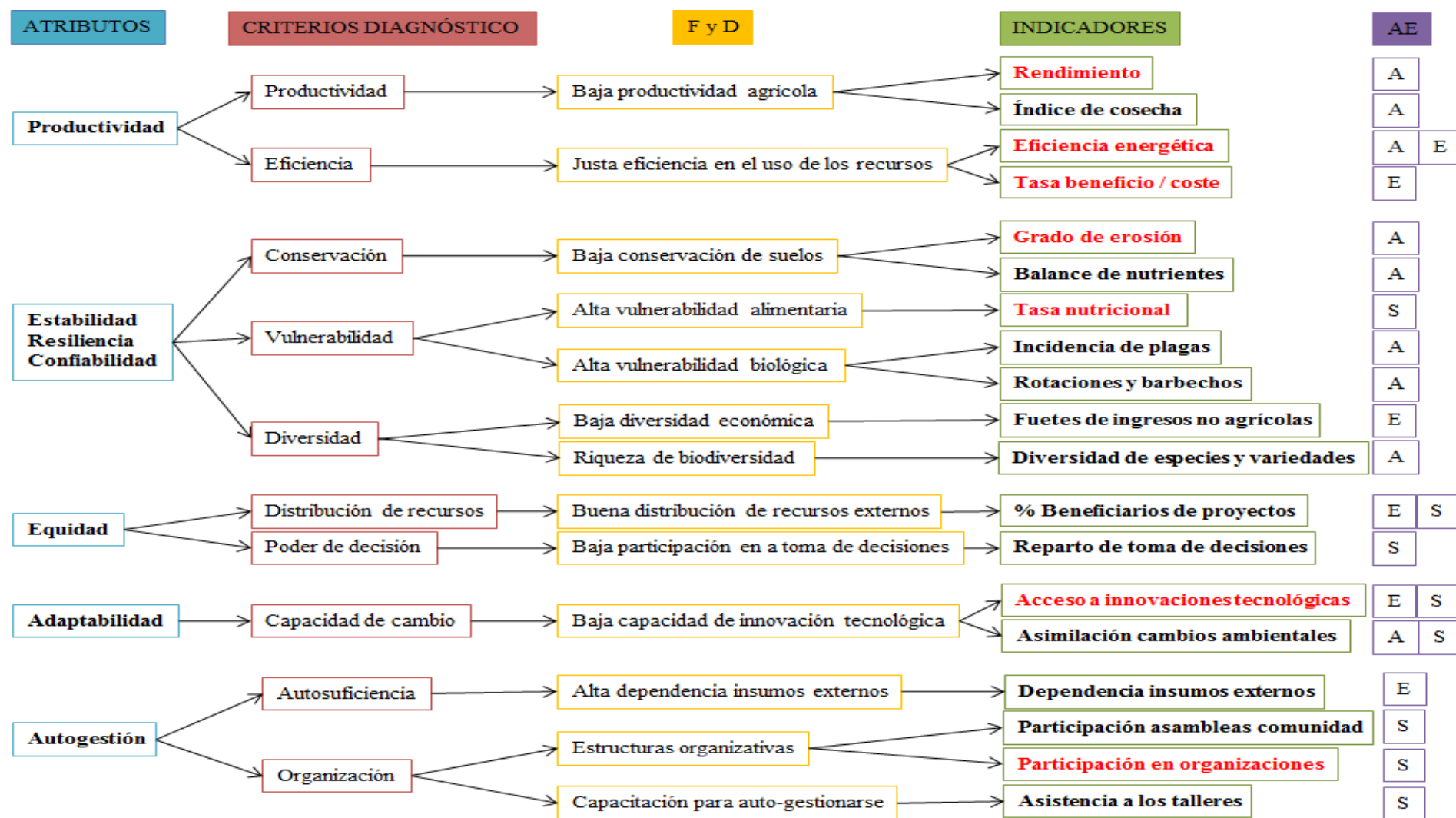
En el tercer atributo que hace referencia a la equidad, se toman como criterios de diagnóstico, por un lado la distribución de los recursos naturales y monetarios entre los diferentes perfiles de la población (sexo, etnia, edad, tipo de comunidad), y por otro el poder en la toma de decisiones bajo los criterios que nos interesen (como los expuestos anteriormente).

El atributo de adaptabilidad contempla la capacidad del sistema para adaptarse a nuevos cambios y también las posibilidades que tiene el propio sistema de tender o forzar esos cambios (ya que se suponen cambios positivos), incluimos tanto cambios que generen conocimiento como incorporación de tecnologías adaptadas o aprehendidas del exterior siempre y cuando, estas últimas, supongan una mejora para el desarrollo del sistema de forma prolongada.

El último atributo denominado autogestión tiene tintes puramente sociales, pero no por ello es menos destacable. En este punto destacamos los criterios de diagnóstico relacionados con la organización interna y el tejido social de la comunidad junto con el fortalecimiento institucional y a su vez la autosuficiencia a la hora de tomar decisiones o gestionar aspectos de sus vidas.

De los criterios de diagnóstico derivan los indicadores pasando previamente por un análisis DAFO sencillo de cada criterio de diagnóstico. Aunque se han dimensionado indicadores para poder analizar el contexto que por la bibliografía hemos caracterizado, la herramienta de las entrevistas no nos ha permitido hacer operativos todos los indicadores, tan sólo unos pocos. Sin embargo, creemos pertinente mostrar la totalidad de los indicadores rescatados aunque sólo vayan a ser analizados y medidos siete. ( señalados en rojo).

Figura 11: Derivación de los indicadores de sostenibilidad



Fuente: Elaboración propia

F y D: Fortalezas y Debilidades. AE: Áreas de evaluación

Los indicadores rojos son los considerados en el análisis estadístico



### 4.3.2 Indicadores

Los indicadores se han sintetizado y se les han asignado valores de referencia estandarizados. Cada uno de los indicadores surge de uno o un conjunto de apartados expuestos en las encuestas (anexo I). Lo vemos en detalle a continuación.

#### 11. Rendimiento

El primer indicador que tiene en cuenta la producción de los cultivos de los agricultores por unidad de superficie, expresados en kg/ha. Este indicador lo hemos calculado gracias a la información aportada por las encuestas realizadas. Por un lado teníamos la información de la superficie de maíz y de frijol cultivados por cada agricultor y por otro lado sus producciones. El indicador resulta de la media entre el rendimiento del maíz y el del frijol teniendo en cuenta que en casi el 100% de los casos se cultivan en la misma parcela de forma alternativa. El rendimiento aceptable considerado es el que se muestra en el Informe del 2008 del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) siendo para el caso del maíz blanco (el cultivado en nuestra zona) 1.550 kg/ha y para el frijol negro 1.000 kg/ha. Hemos considerado un valor aceptable de 1.000 kg/ha como rendimiento medio de maíz y frijol como valor con el cual comparar el rendimiento medio medido en el estudio.

#### 12. Eficiencia energética

Este indicador se calculó a partir del cociente del consumo energético utilizado para la producción agraria y la cantidad de energía producida por el sistema agrícola (Masera y López-Ridauro, 2000; Contreras Ramos, 2006; Núñez Osorio, 2008; González de Miguel et al., 2009). Este indicador se obtuvo a partir de los materiales utilizados en la producción, obtenidos en la encuesta, y se multiplicaron por un coeficiente equivalente (contenido de energía) que convierte kg de input o kg de output en Mcal aportada u obtenida. En nuestro estudio los inputs fueron herbicidas, insecticidas, fungicidas, fertilizantes, semillas y herramientas y los outputs la producción obtenida de maíz y frijol tal y como se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6: Contenido de energía para el cálculo de la eficiencia energética**

Concepto	Contenido de energía Mcal/kg
<b>Inputs</b>	
Gasolina	45,05
Herramientas	90
Fungicidas y herbicidas	360,95
Insecticidas	327
Semillas	26
Fertilizante	285
<b>Outputs</b>	
Producción	3,4

*Fuente: Elaboración propia a partir de Astier et al., 2008*

### **13. Tasa Beneficio/Coste**

La relación Beneficio/ Coste (B/C) se calculó a partir del cociente del ingreso total por hectárea obtenido de la producción agrícola y el coste por hectárea necesario para mantener tal producción. Los costes incluyen todos los insumos necesarios para mantener al sistema, incluyendo el coste de oportunidad por mano de obra, semilla o tracción animal en su caso. Los ingresos se estimaron a partir de la producción anual de grano y forraje multiplicado por el valor en el mercado en los casos donde no se disponían de los datos de ingreso neto. En aproximadamente la mitad de los agricultores se disponía de datos sobre los ingresos netos anuales obtenidos en su producción. En este indicador, consideraríamos válido en principio cualquier valor superior a uno (ya que uno supondría que no obtienen beneficios en comparación con los costes emitidos). Sin embargo un valor aceptable para este indicador sería 7 ya que estamos tomando en cuenta sólo los costes derivados de la producción agrícola y no el coste de la vida (que es superior) y sin embargo su única fuente de ingresos (beneficios) deriva de la agricultura.

### **14. Grado de erosión**

En los terrenos de ladera cultivados con maíz bajo labranza convencional con pendientes del 8%, se han registrado pérdidas de suelo de hasta 2 t/ha/año (Masera et al., 2008). La aplicación de estiércol permite que se formen en el suelo agregados que favorecen la infiltración de agua y resisten más el arrastre del suelo. Otra opción es aplicar parte de forraje producido para que sirva como acolchado evitando que se produzca mucha erosión hídrica. En nuestro trabajo disponemos tan sólo de datos sobre la pendiente del terreno y no tenemos constancia de que se estén implementando técnicas de conservación de suelos en la zona, con lo que concluiremos la peor situación si la mayoría de los agricultores cultivan en terrenos con pendientes iguales o superiores al 8%. A la hora de estudiar los datos hemos creado una tabla de equivalencias donde existe una relación lineal entre el porcentaje de pendiente del terreno estimado por los agricultores en la encuesta y las pérdidas de suelo (método indirecto). La tabla de equivalencias es la siguiente:

**Tabla 7: Equivalencia entre pendiente con grado de erosión tomado**

Pendiente	Coeficiente	Grado de erosión (t/ha/año)
Plano o casi plano (0-5%)	1	0
Inclinado (5-15%)	2	1
Muy inclinado (>15%)	3	3

*Fuente: Elaboración propia*

A la hora de operar con el grado de erosión, que es nuestro indicador, hallamos la media de las pendientes de los terrenos de todos nuestros agricultores y les otorgamos un valor ponderado. Consideramos un valor aceptable y sostenible 0,6 t/ha/año.

### **15 Tasa nutricional**

En las comunidades de San José de Cusmapa predomina el cultivo del maíz y el frijol que se integran en un mismo ciclo. Los valores nutricionales de la población suelen ser bajos ya que su base alimenticia depende únicamente de estos cultivos. Tener una dieta equilibrada y diversificada es casi tan importante como disponer de alimentos suficientes para alcanzar las kcal mínimas.

Para evaluar este indicador hemos tenido en cuenta la diversidad de especies cultivadas y destinadas para consumo personal en cada uno de los casos, incluyendo tanto cultivos extensivos (considerados el maíz, el frijol y el maicillo) como hortalizas y árboles frutales. Siendo el rango de este indicador de 1 (mínima variedad de cultivo) a 15 (máxima variabilidad de cultivo).

### **16. Acceso a innovaciones tecnológicas**

Uno de los principales problemas para la incorporación de nuevas alternativas para la producción en las comunidades de San José de Cusmapa es la baja disponibilidad y el acceso limitado de los agricultores a nuevas tecnologías y estrategias de manejo. Es un caso especialmente delicado debido a la pronunciada pendiente que poseen la mayoría de las fincas cultivadas imposibilitando el uso de maquinaria agrícola. Por otro lado los escasos ingresos obtenidos, dificulta el acceso a los agroquímicos y una asistencia técnica cualificada. Sin embargo, las organizaciones que trabajan en la zona han hecho que el acceso a ciertas innovaciones empiece a ser posible. Este indicador ha tenido en cuenta tanto las posibilidades de acceso directo al crédito como las de acceso a participación en proyectos de asesoramiento técnico y mejora del manejo agrícola.

### **17. Participación en organizaciones o cooperativas comunitarias**

Para evaluar este indicador tomamos la pregunta de la encuesta referente al número de asociaciones, cooperativa o ente organizativo al que pertenecen los productores. Consideraremos que un coeficiente aceptable y sostenible de participación para este indicador sería 0,75 que se refiere a formar parte de 3 organizaciones como mínimo.

**Tabla 8: Unidades y valores adecuados para cada indicador**

Indicador	Unidades	Valor adecuado
Rendimiento	kg/ha	1000
Eficiencia energética	Coeficiente	15
Tasa Coste/Beneficio	Coeficiente	7
Grado de Erosión del Suelo	t/ha/año	0,6
Tasa nutricional	Nº cultivos diversos	15
Acceso a innovaciones tecnológicas	Coeficiente	5
Participación en las organizaciones	Coeficiente	0,75

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4 Análisis estadístico

Tras definir los indicadores, procederemos a analizarlos mediante el software estadísticos StatGraphics® realizando varios tipos de análisis multivariable. El Análisis Multivariable (AM) es un conjunto de métodos estadísticos y matemáticos que analizan, describen e interpretan las observaciones multidimensionales (cuantitativas y/o cualitativas). La propiedad más determinante del AM es que las  $n$  variables son dependientes (estocásticamente), de naturaleza similar y que ninguna de ellas tiene una importancia superior a las demás (Cuadras, 1981). En este sentido otros autores lo definen como *“el conjunto de métodos que analizan las relaciones entre un número razonablemente amplio de medidas (variables), tomadas sobre cada objeto o unidad de análisis, en una o más muestras simultáneamente”* (Martínez, 1999).

Dentro de los métodos multivariantes, existen diferentes análisis en función de los objetivos que uno quiera conseguir. En nuestro caso, el más indicado es el Análisis de Componentes Principales (ACP). Este método es una técnica de reducción de datos y en ocasiones se incluye por diversos autores como una técnica factorial, con la que comparte una gran similitud, pero que posee técnicas conceptualmente diversas. El objetivo del ACP, es reducir el número original de variables a nuevos componentes, que con pocos de éstos y un reducido número de variables expliquen la máxima cantidad de varianza en los datos.

Los fundamentos matemáticos del ACP parten de la siguiente discusión teórica (Cuadras, 1981), donde se parte del siguiente modelo, eliminando las unidades y sólo haciendo hincapié en los factores:

$$X_i = a_{i1}F_1 + \dots + a_{in}F_n \quad i = 1, \dots, n$$

El ACP consiste en elegir  $F_1$  (primera componente principal), de modo que explique la mayor parte de la varianza de variables. Obteniendo esto, se le resta a las variables, y sobre la variabilidad restante se elige  $F_2$  (segunda componente principal), con el mismo criterio y así sucesivamente. Los componentes principales (CP) son las variables  $Y$ , combinación lineal de las variables (indicadores en nuestro caso)  $\{X_j\}$ , con la propiedad de tener varianza máxima.

Si damos coherencia matemática al ACP, hemos de suponer que se tienen dos “covarianzas”, sobre las variables. La primera covarianza entre las variables  $X_j$ , y la matriz asociada es la matriz de covarianzas  $C$ , que suponemos de rango  $n$ . La segunda es la que corresponde a la métrica experimental, y la matriz asociada a la identidad  $I$ .

Los CP son las  $n$  variables unitarias respecto a  $I$ , y con varianzas máximas.

$$Y_i = t_{1i}X_1 + \dots + t_{ni}X_n \quad i = 1, \dots, n$$

Como consecuencia del primer teorema fundamental, verifican:

- 1) Los vectores  $(t_{1i}, \dots, t_{ni})$  son ortonormales, es decir;

$$\sum_{h=1}^n t_{hi}^2 = 1 \quad \sum_{n=1}^n t_{hi} t_{hj} = 0$$

- 2) Son los vectores propios de la matriz de covarianzas  $C$ , es decir si

$$V_j = (t_{1j}, \dots, t_{nj})^T$$

Entonces:

$$CV_j = \psi_j V_j$$

Siendo  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  los valores propios de  $C$

- 3) Las componentes principales  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  son variables aleatorias incorrelacionadas, cuyas varianzas son representativamente máximas.

$$\text{Var}(Y_1) = \psi_1 \quad \text{var}(Y_2) = \psi_2 \quad \dots \quad \text{var}(Y_n) = \psi_n$$

Las componentes principales se obtienen diagonalizando la matriz de covarianzas

$$C = T D_\psi T^T \quad (T^T T = I)$$

Siendo  $D_\psi$  la matriz diagonal  $D_\psi = \text{diag}(\psi_1, \dots, \psi_n)$  que contiene los valores propios de  $C$ . Los componentes son entonces las combinaciones lineales cuyos coeficientes son las columnas de la matriz ortogonal.

$$T = \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 & \dots & Y_n \\ t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{n1} & t_{n2} & \dots & t_{nn} \end{bmatrix} \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{matrix}$$

El método de CP tiene como característica importante que explica por turno la máxima cantidad de varianza que tiene cada variable. Con mayor precisión, la primera componente principal (constituida por los autovalores y los autovectores de la matriz) es la combinación lineal de las variables originales que alcanzan una varianza total máxima; la segunda componente principal, no correlacionada con la primera, contribuye a un máximo de varianza residual y así sucesivamente hasta que se analiza la varianza total. La suma de las  $n$  componentes principales es igual a la suma de las varianzas de las variables originales.

El ACP es una técnica para formar nuevas variables, las cuales son composiciones lineales de las variables originales. El máximo número de nuevas variables es equivalente al número de variables originales y no están correlacionadas entre ellas mismas. Sin embargo, lo

normal en este método es obtener un número reducido de variables nuevas que explican la máxima cantidad de varianza de datos (Martínez, 1999).

La elaboración de los resultados del presente trabajo ha consistido en elaborar un diagrama donde se refleja en cada indicador cómo de sostenible es su valor medido en las entrevistas realizadas y compararlo con los valores que hemos considerado adecuados, basándonos en bibliografía revisada con anterioridad. Además se ha realizado un análisis estadístico donde se muestra el grado de variabilidad entre los distintos indicadores aplicando el Análisis de Componentes Principales y representándolo en varios biplots.

Al tratarse de siete indicadores, hemos considerado oportuno realizar un diagrama único (Figura 12) donde se observara qué atributos o qué áreas evaluativas presentan valores más bajos (peores) o más altos (mejores). A la hora de realizar el diagrama, hemos estandarizado los valores incluyéndolos en un rango de cero a cinco, donde cero es el peor valor y por ende, el menos sostenible y cinco el mejor valor, y por ello el que representa una mayor sostenibilidad.

Para realizar la estandarización hemos tenido que ponderar previamente las variables. El rango utilizado ha sido de cero (insostenible) a cinco (sostenible) para los valores ponderados y el rango real de los valores medidos in situ dependía de cada indicador (Tabla 9). Los valores adecuados de la primera columna se han tomado como valores máximos (sostenibles) y se han estandarizado a 5. Tras aplicar la siguiente fórmula a los valores medidos, resultó una lista con todos los valores estandarizados para cada uno de los individuos y para cada indicador (anexo II).

$$\frac{5}{\text{Rango}} * (\text{valor medido} - \text{valor mínimo del indicador})$$

**Tabla 9: Rangos para la estandarización de los valores de los indicadores medidos**

Indicador	Máximo	Mínimo	Rango
Rendimiento	1000	0	1000
Eficiencia energética	12	0	12
Tasa Coste/Beneficio	7	1	6
Grado de Erosión del Suelo	-3	0,6	2,4
Tasa nutricional	15	1	14
Acceso a innovaciones tecnológicas	5	1,5	3,5
Participación en las organizaciones	0,75	0	0,75

*Fuente: Elaboración propia*

## 5 Resultados y discusión

Cuantificar los valores de sostenibilidad en el municipio de Cusmapa, ha sido un trabajo complejo y delicado. Tal y como anunciábamos al inicio del documento, la sostenibilidad es un concepto que ha de definirse localmente para poder acertar con el rango o la medición de los indicadores creados.

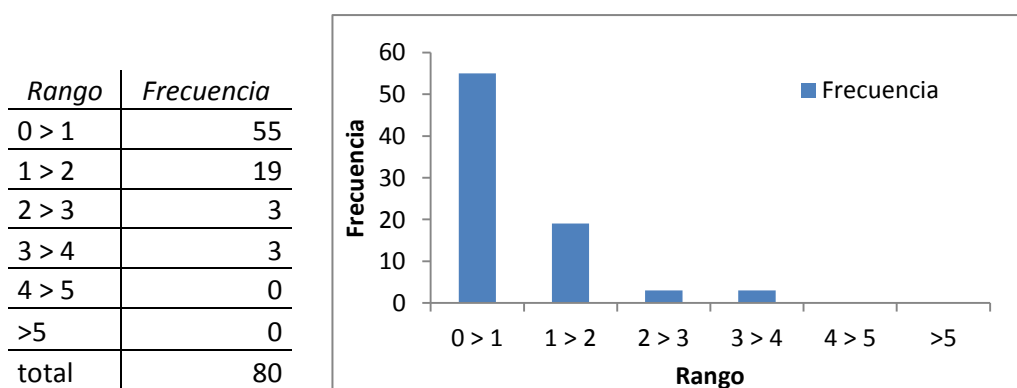
A continuación describiremos brevemente los resultados obtenidos en los análisis estadísticos para, más adelante, extendernos en la discusión y la interpretación de los mismos. En el anexo II se adjuntan los valores de los 7 indicadores para cada uno de los 80 individuos.

Una forma de expresar los resultados es indicador por indicador, con el objeto de analizar si determinadas áreas evaluativas son más sostenibles que otras.

### **11. Rendimiento**

Este indicador posee un valor medio de 194,83 kg/ha, lo que supone un valor de 1,007 de forma estandarizada. Se observa claramente la insostenibilidad del indicador. Es interesante observar, cuántos de los 80 individuos encuestados están situados dentro de qué rango (de 0 a 5). Como muestra el histograma realizado y expuesto en la Figura 12, el 67,5% de los individuos muestran valores inferiores a 1. La cifra alcanza el 92,5% de los encuestados si se representan los valores de rendimiento inferiores a 2, quedando tan sólo 6 individuos que superan los 400 kg/ha de rendimiento medio de maíz y frijol.

**Figura 12: Valores del rendimiento**

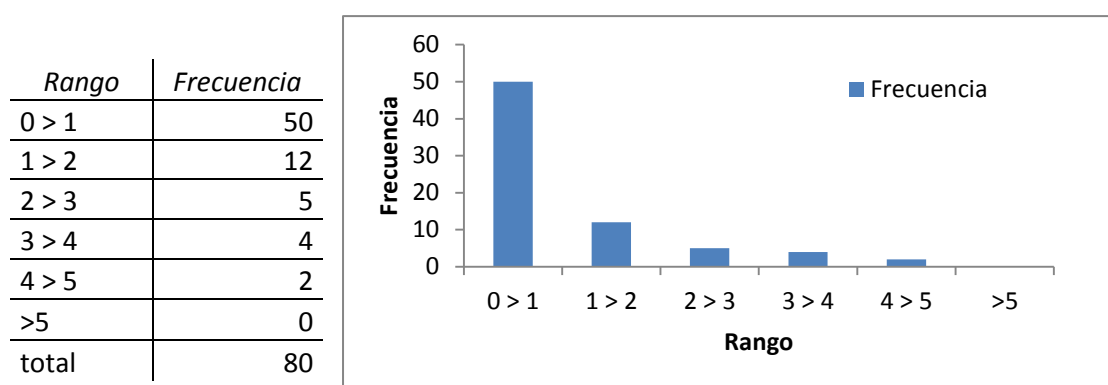


*Fuente: Elaboración propia*

### **12. Eficiencia energética**

En el caso del segundo indicador, el coeficiente medio obtenido es 2,28, lo que supone un valor estandarizado de 1,022. Aunque el valor ponderado sea muy similar al obtenido en el indicador del rendimiento, la distribución en este caso es algo distinta como muestra el histograma de la Figura 13. Aunque el porcentaje de encuestados que no supera el primer nivel es también muy alto (62,5%), en el resto de rangos hay una mayor proporción de individuos. Desgraciadamente no podemos hablar de sostenibilidad en este caso ya que las cifras son muy bajas, lo que está indicando una tremenda diferencia entre la energía aportada al sistema y la baja energía obtenida por el mismo.

**Figura 13: Valores de la Eficiencia Energética**

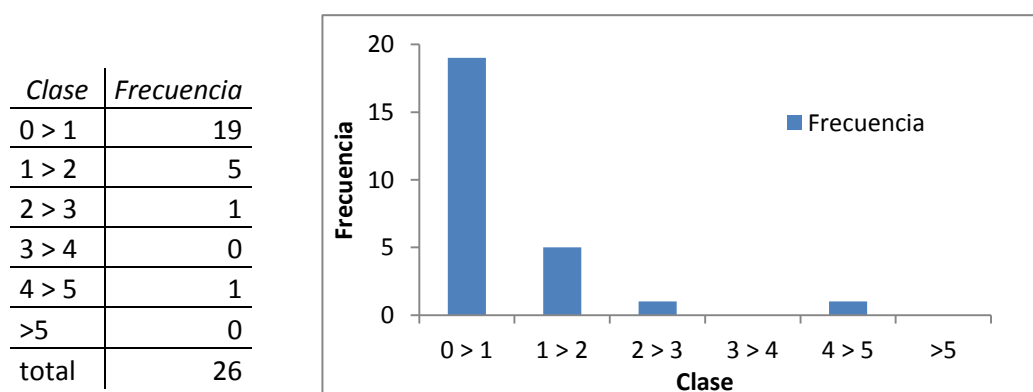


*Fuente: Elaboración propia*

### **13. Tasa Beneficio/Coste**

Si hay un indicador que ha salido completamente insostenible, es este. Cuando fijamos un valor adecuado para este indicador de valor 7 en el apartado de metodología, era para que las familias pudieran hacer frente al coste de la vida en todos los ámbitos; alimentación, vestido, transporte, salud, educación, etc. Como la mayor parte de los encuestados tenían la agricultura como única fuente de ingresos, ésta debía proveerles de los suficientes ingresos como para afrontar los otros gastos. Sin embargo, el valor medio real obtenido ha sido de 1,04, y el valor estandarizado de 0,242. Hay que tener en cuenta que para calcular este indicador sólo disponíamos de datos de 26 individuos, siendo algo distorsionador el resultado quizá por ese motivo. En la Figura 14, muestra como más del 90% de los individuos obtienen una tasa de beneficio/coste incluso menor de 1, lo que supone no sólo no disponer de ingresos para gastos externos sino ni siquiera para su propio alimento.

**Figura 14: Valores de la Tasa Beneficio/Coste**



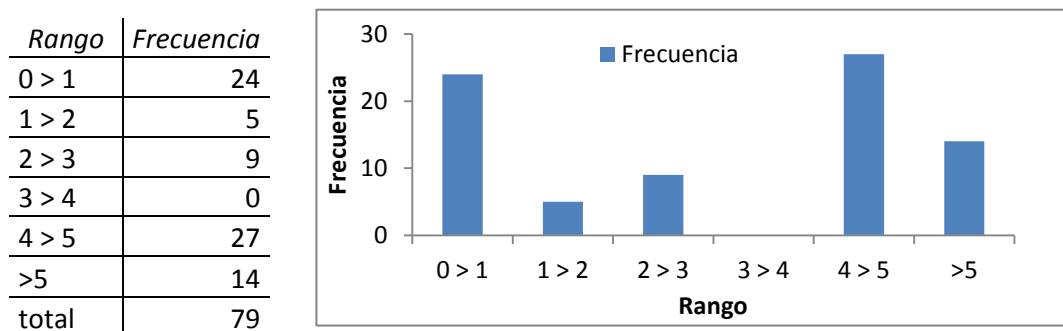
*Fuente: Elaboración propia*



#### **14. Grado de erosión**

El cuarto indicador, que nos indica el riesgo de erosión, a través de las pérdidas de suelo (t/ha/año) en función de la pendiente del terreno, tiene un valor alejado de la sostenibilidad, pero con mejores resultados que los indicadores anteriores. El valor medio medido representa un valor de 1,65 t/ha/año de pérdidas de suelo, lo que supone un serio peligro de erosión para el futuro agrícola de la zona. Aunque el valor estandarizado es de 2,85, pocos son los terrenos que sufren erosiones por debajo de 0,6 t/ha/año, límite que se considera sostenible. La representación del histograma de la Figura 15, expresa el reparto de valores entre los individuos. Existe un grueso de los encuestados (aproximadamente el 50%) donde su grado de erosión experimenta valores altos y por ende sus niveles de sostenibilidad son bajos. Sin embargo, el otro 50% de la población, cultiva en terrenos de poca pendiente, obteniendo valores de erosión bajos o muy bajos, y por ende valores bastante sostenibles.

**Figura 15: Valores del Grado de Erosión**



*Fuente: Elaboración propia*

Resultaba interesante descubrir a qué comunidades pertenecían los individuos con menores niveles de erosión, y desgraciadamente tanto en el grupo de los 14 individuos que registraron grados de erosión por debajo de 0,6 t/ha/año, como los 27 encuestados que registraron grados de erosión entre 0,6 y 1 t/ha/año, no se vieron agrupaciones significativas que indicaran valores mejores para unas comunidades concretas. En el caso de los 14 encuestados, hay individuos de 8 comunidades distintas, y en el de los 27 están todas las comunidades incluidas y ninguna con la totalidad de todos sus miembros.

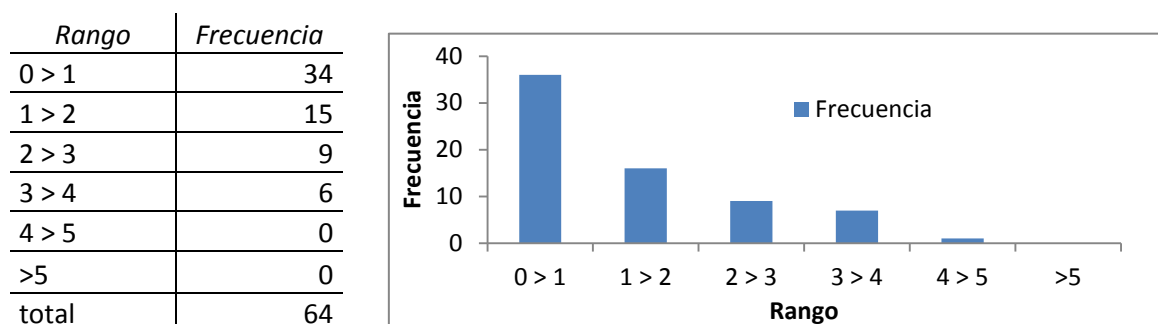
Estos resultados pueden confirmarnos que la mayoría de los terrenos de cultivo de las comunidades están en terrenos alejados de la misma, y que, aunque la comunidad esté asentada en un terreno llano, existen agricultores en todas las comunidades que trabajan tierras en pendientes abruptas.

#### **15 Tasa nutricional**

Este indicador posee un valor medio de 4,68 especies cultivadas destinadas a la alimentación, lo que supone un valor de 0,9598 de forma estandarizada. Con estos datos, se observa claramente la insostenibilidad del indicador. Es interesante observar, cuántos de los 64 datos obtenidos pertenecientes a los individuos encuestados están situados dentro de qué

rango (de 0 a 5). Como muestra el histograma realizado y expuesto en la Figura 16, algo más del 50% de los individuos cultivan como máximo 3 especies distintas destinadas a su alimentación. Esto puede representar unas carencias nutricionales importantes si tenemos en cuenta que la mayoría de las familias no cuentan con ingresos suficientes para comprar alimentos alternativos en mercados locales. Pocas familias cuentan con animales como gallinas o conejos para abastecerse de proteína animal, por lo que la tasa nutricional se ha basado en los cultivos agrícolas, o frutales.

**Figura 16: Valores de la Tasa Nutricional**

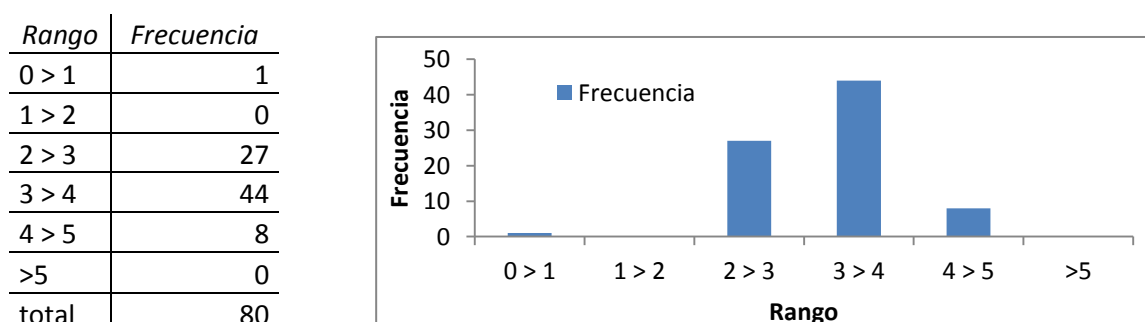


*Fuente: Elaboración propia*

## **16. Acceso a innovaciones tecnológicas**

El sexto indicador es el que mejores valores medios de sostenibilidad presenta. Hemos obtenido un valor medio real de 3,78 y uno ponderado de 3,258. Tal y como muestra la Figura 17, la distribución de este indicador es radicalmente distinta a las tres primeras y a la anterior (el grado de erosión presentaba una distribución diferente también), casi el 90% de los individuos se agrupan en valores de entre 2 y 3 en cuanto a posibilidades de acceso a innovaciones tecnológicas como créditos, maquinaria o capacitación. Aunque la situación siga siendo algo insostenible ya que el acceso no es real hoy por hoy, la tendencia es positiva y las percepciones y acciones implementadas ayudan a que aumente la sostenibilidad en este sentido.

**Figura 17: Valores del acceso a innovaciones tecnológicas**



*Fuente: Elaboración propia*

### **17. Participación en organizaciones o cooperativas comunitarias**

Este indicador es interesante por varias razones, en primer lugar nos muestra cómo de cohesionada está la sociedad donde estamos trabajando, y en segundo lugar nos muestra cuánta iniciativa tienen los individuos de las comunidades. Si bien es cierto, hay muy diversos tipos de organizaciones, y no todas ayudan a lo mismo, pero el análisis aquí propuesto trata de sondear el grado de participación de los individuos. El valor obtenido es de 0,36, ya que la mayoría de los individuos pertenecen como mínimo a una organización, sin embargo, no es lo suficientemente sostenible como para crear un tejido social lo suficientemente fuerte y amplio que acoja a todos los individuos por igual y que se tienda a la igualdad. La distribución señala que aproximadamente el 50% de los individuos participan en una organización y el otro 50% participan en dos, siendo el valor adecuado tres.

En la Tabla 10, mostramos una recopilación de las tres mediciones para cada uno de los indicadores caracterizados. La primera columna hace alusión al valor considerado sostenible (definido en el apartado de metodología). La segunda alude a la media de todos los valores medidos con las encuestas, y en la tercera aparece el valor medio medido en las encuestas pero de forma estandarizada.

**Tabla 10: Valores medios medidos, estandarizados y adecuados por cada indicador**

Indicador	Valor adecuado	Valor medio medido	Valor medido estandarizado
Rendimiento	1000	194,83	1,0070
Eficiencia energética	15	2,28	1,0218
Tasa Coste/Beneficio	7	1,04	0,2427
Grado de Erosión del Suelo	0,6	1,65	2,8553
Tasa nutricional	15	4,68	0,9598
Acceso a innovaciones tecnológicas	5	3,78	3,2589
Participación en las organizaciones	0,75	0,36	2,4167

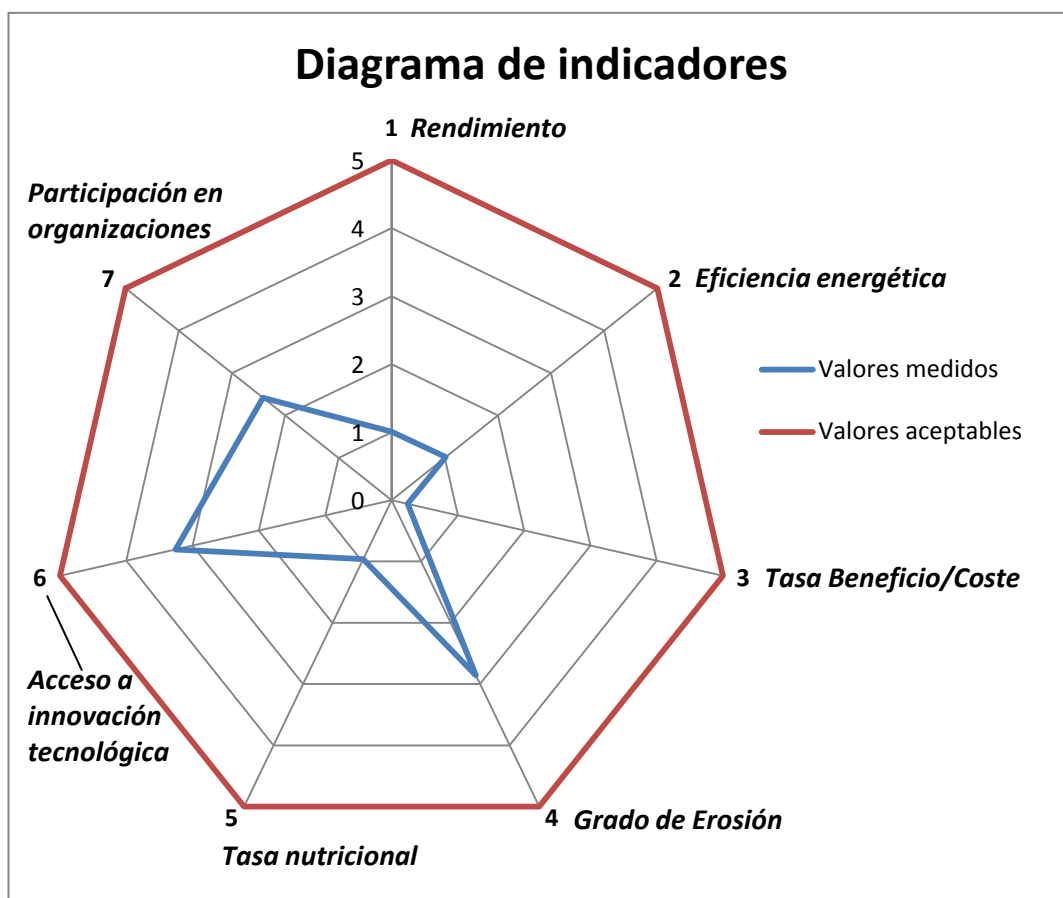
*Fuente: Elaboración propia*

Haciendo balance de lo expuesto en las páginas anteriores, hay que señalar que el indicador de tasa beneficio/coste es el que menor valor ha alcanzado (0,2427) seguido de la tasa nutricional (0,9598). Estos indicadores al estar por debajo de uno, muestran situaciones muy insostenibles que afectan al ámbito económico y social, poniendo en peligro los atributos de productividad (eficiencia) y el de resiliencia (alta vulnerabilidad alimentaria).

Tanto los indicadores de rendimiento como de eficiencia energética se encuentran en el rango de insostenibilidad. Ambos indicadores, pertenecientes al ámbito ambiental y económico muestran valores muy por debajo de lo que se consideraría un valor aceptable. En el caso del grado de erosión (calculado para que una mayor erosión se corresponda con un valor estandarizado menor), en el de participación en las organizaciones y en el acceso a tecnologías innovadoras encontramos mayor grado de sostenibilidad seguramente asociado a los progresos realizados por las asociaciones con las que trabajan los productores.

De hecho, es interesante descubrir que aquellos encuestados en los que se han registrado valores bajos para el indicador de grado de erosión del suelo (ya que poseen terrenos con baja pendiente), han obtenido valores de rendimientos proporcionalmente mayor a otros con grados de erosión mayores. Esto puede explicar cómo de relacionados están ambos indicadores y demuestra la hipótesis de que la pérdida de suelo repercute negativamente en el rendimiento de los cultivos.

**Figura 18: Diagrama de valores medios medidos y valores adecuados de los indicadores**



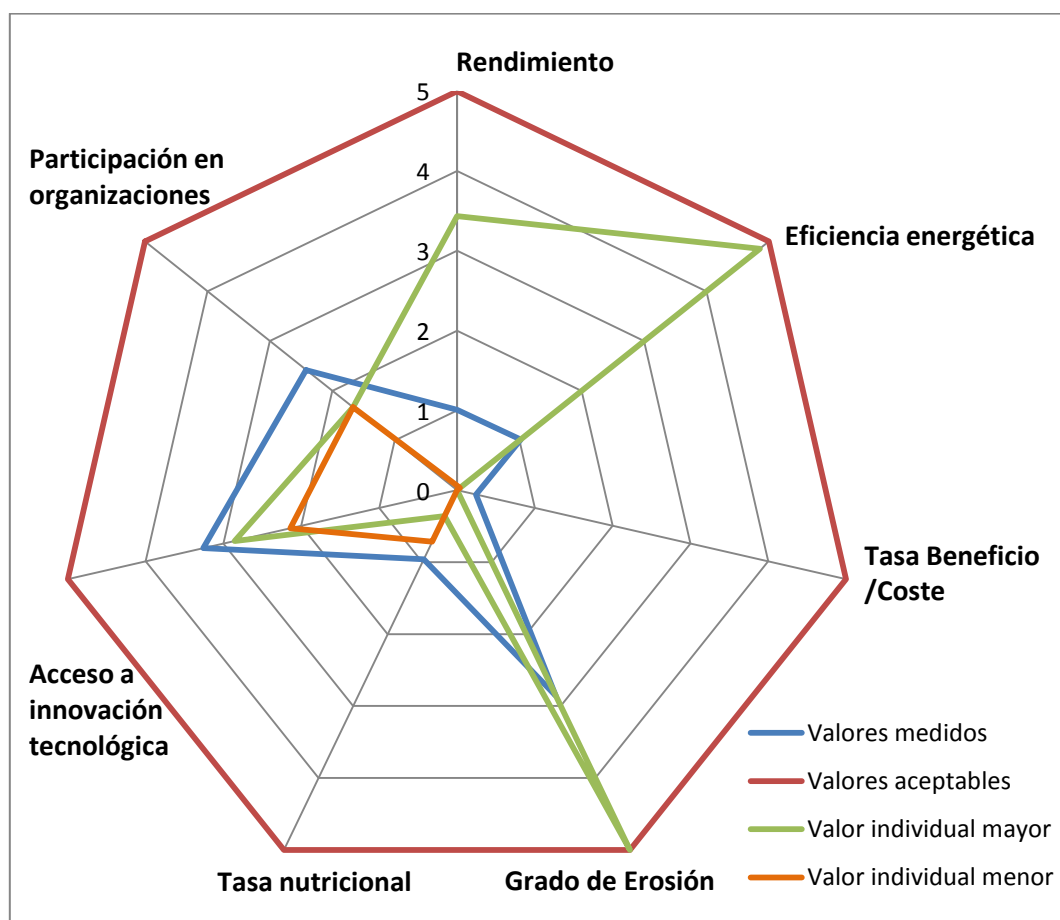
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 18 se muestra cómo de sostenibles o insostenibles son los valores medios medidos para cada uno de los indicadores, comparándolos con los valores adecuados (considerados como máximos). Sin embargo, resulta aún más interesante, si en esta figura se representa tanto el individuo que posee mejores niveles de sostenibilidad para sus indicadores (el área del polígono que describe es la mayor de todas) junto con el individuo que posee peores niveles de sostenibilidad para sus indicadores (el área del polígono que describe es la menor de todos los individuos encuestados).

Como vemos en la Figura 19, exceptuando los tres últimos indicadores, en los cuatro primeros, los valores del individuo “menos sostenible” son próximos a cero, aunque

curiosamente en el indicador de la tasa nutricional, registra mejores valores que el individuo “más sostenible”. El séptimo indicador, que hace referencia a la participación en organizaciones está igualado para ambos, sin embargo, es interesante señalar que las organización a la que pertenece el encuestado “más sostenible” es una cooperativa agrícola, que le aporta un importante valor añadido a su producción y en el caso del “menos sostenible” la organización es la iglesia, que es muy importante desde el punto de vista social, e identitario, pero aporta menos conocimientos y ayuda en el plano económico.

**Figura 19: Diagrama de valores adecuados, medios, máximos y mínimos para los indicadores**



*Fuente: Elaboración propia*

En el Análisis de Componentes Principales, las variables originales con las que hemos realizado el análisis son siete: I1, I2, I3, I4, I5, I6 e I7, que se corresponden con los siete indicadores medidos en el estudio. El número de casos computado es 63 y el número de componentes extraído es cuatro.

El objetivo del presente análisis es obtener un número pequeño de combinaciones lineales de las siete variables que contengan la mayor variabilidad de datos. En nuestro caso, tal y como muestra la Tabla 11, han sido extraídos cuatro componentes. Con estas cuatro componentes somos capaces de explicar el 72,28% de la variabilidad total de los datos.

**Tabla 11: Análisis de Componentes Principales**

Componente	Autovalor	Porcentaje de varianza	Acumulado (%)
1	1,67765	23,966	23,966
2	1,24296	17,757	41,723
3	1,07622	15,375	57,098
4	1,06327	15,190	<b>72,287</b>
5	0,892012	12,743	85,030
6	0,567594	8,108	93,139
7	0,480291	6,861	100,000

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 12. Pesos de las componentes principales para cada indicador**

Indicador		Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
I1	Rendimiento	0,586	-0,210	0,072	0,136
I2	Eficiencia energética	0,467	-0,232	0,450	-0,273
I3	Tasa Coste/Beneficio	0,122	-0,219	-0,467	-0,627
I4	Grado de Erosión	0,302	0,639	0,255	0,130
I5	Tasa nutricional	-0,458	-0,473	0,370	0,004
I6	Acceso a innovaciones tecnológicas	0,207	-0,406	0,254	0,439
I7	Participación en las organizaciones	-0,281	0,239	0,554	-0,552

*Fuente: Elaboración propia*

La Tabla 12 muestra el peso de cada indicador en cada uno de los componentes. También muestra la ecuación de cada componente, siendo para el componente 1:

$$0,586325 \times I1 + 0,467272 \times I2 + 0,121796 \times I3 + 0,301632 \times I4 - 0,458404 \times I5 + 0,207386 \times I6 - 0,280927 \times I7$$

Antes de explicar los resultados del análisis, hay que recordar que nuestros datos se componen de siete indicadores y de 80 muestras de cada indicador que representa a cada uno de los individuos encuestado. Cada individuo tiene un valor medida en cada indicador, ya que a diferencia del diagrama anterior, no hemos tomado los valores medios sino hemos analizado la totalidad.

La Tabla 12 muestra que en la primera componente pesan positivamente los indicadores I1, I2, I4 y en menor medida I3 e I6 y negativamente los componentes I5 e I7. Los individuos con indicadores I1, I2, I4 altos se proyectarán en el lado positivo del eje del componente 1 y los individuos con indicadores altos para I5 e I7 en el lado negativo.

Esta componente posee un análisis muy interesante. Podemos explicar que la tasa nutricional y el rendimiento, (valores con mayores pesos) son opuestos, debido a que seguramente aquellos individuos que cultiven 1 u 2 cultivos de forma más intensiva, no

diversifican su producción, pero aseguran unos rendimientos lo suficientemente altos como para poder vender dicha producción y poder comprar alimentos de otro tipo. De forma opuesta, aquellos agricultores que diversifican más sus cultivos obtienen rendimientos bajos, ya que no pueden dedicarle ni la misma superficie ni seguramente el mismo trabajo a todos ellos. Este planteamiento es interesante de ver ya que si verdaderamente los agricultores que tendieran al monocultivo y que aparentemente tuvieran unas tasas nutricionales peores, puede, en realidad, no ser así ya que con sus ingresos sería capaces de diversificar su alimentación. Sería, pues necesario recalcular el indicador y aportar otros datos a la encuesta que corroboraran tal hipótesis.

En el componente 2 son positivos los coeficientes que multiplican a I4 y a I7. El resto de los indicadores tienen coeficientes negativos. Los individuos proyectados en la parte positiva son individuos con valores altos de los indicadores I4 o valores muy altos (en valor absoluto) de I5 e I6 (ya que el resto de indicadores no poseen en esta componente valores muy significativos).

También es interesante estudiar los indicadores con mayor peso y opuestos de esta componente. Por un lado tenemos el grado de erosión que entra en conflicto tanto con la tasa nutricional como con el acceso a innovaciones tecnológicas. Es lógico pensar que en zonas de pendiente abruptas el número de cultivos sea menor y viceversa, allá donde el terreno es llano es más sencillo cultivar todo tipo de especies. De la misma manera ocurre con el acceso a innovaciones tecnológicas. La pendiente del terreno es un problema para el uso de maquinaria, también requiere mayores posibilidades de crédito y capacitación para emprender un terrazamiento del terreno y evitar más erosión.

En el componente 3 todos los indicadores son positivos a excepción de I3 que además de ser negativo, tiene un valor bastante alto (también tiene valores altos I2 e I7), lo que significará que a la hora de representarlo gráficamente, los individuos proyectados poseerán altos valores de tales indicadores.

En el componente 4 pesa positivamente y mayor medida I6, mientras que I1, I4, I5 lo hacen de forma menor. De forma negativa pesan I2, I3 e I7, expresando estos últimos, valores muy altos (en valor absoluto).

En esta ocasión entran en conflicto la tasa de beneficio/coste con el acceso a innovaciones tecnológicas. Tras meditar el resultado, podríamos plantear el hecho de que los agricultores tienden a tener tasas bajas o muy bajas de beneficio/coste, lo que hace aumentar sus ansias de mejorar sus tecnologías y su manejo del cultivo. A medida que el acceso a tales innovaciones se haga real, la tasa beneficio/coste aumentarán, haciendo que también aumente la sostenibilidad en el sistema.

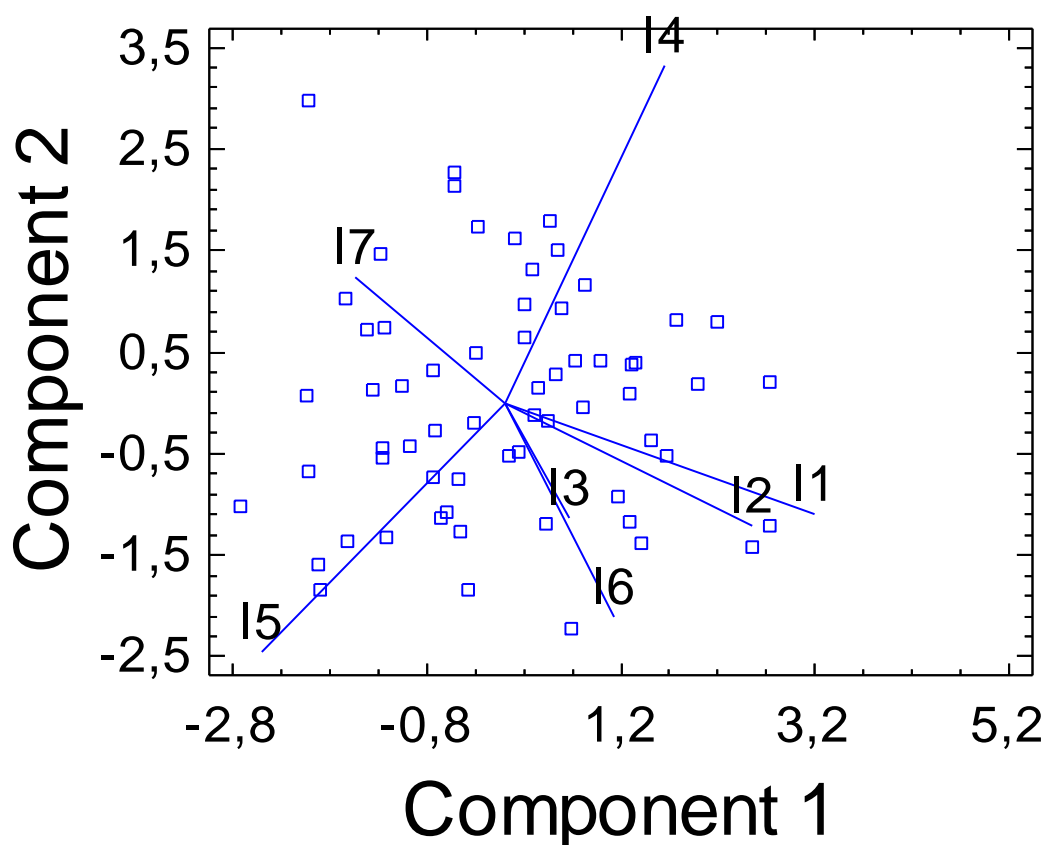
Para representar conjuntamente los indicadores y los individuos hemos elegido una representación biplot. En el biplot, cuanto más larga es la línea que representa un indicador, mayor peso tiene en esa componente. En el primer biplot (Figura 20), donde está representada la componentes 1 en el eje de abscisas y la componente 2 en el eje de ordenadas, los indicadores I4 y I5 son líneas muy largas debido a que poseen pesos importantes. De la misma forma, al tratarse de indicadores que poseen signo contrario en ambas componentes I4 (+,+),



I5 (-,-) son opuestos en su representación (sucedería lo mismo pero con valores algo menores con los indicadores I1o I2 e I7).

En nuestro primer biplot, los individuos (puntos azules) están bastante orientados alrededor del origen (0,0), eso indica que dichos individuos no están bien representados en ese plano, es decir, que son individuos que para los indicadores con mayor peso (en nuestro primer caso I4 e I5), tienen valores próximos al valor medio de la población. Los puntos que se asocian con la dirección de un indicador, indican que son individuos con valores altos para ese indicador y por ende bajos para el indicador contrario.

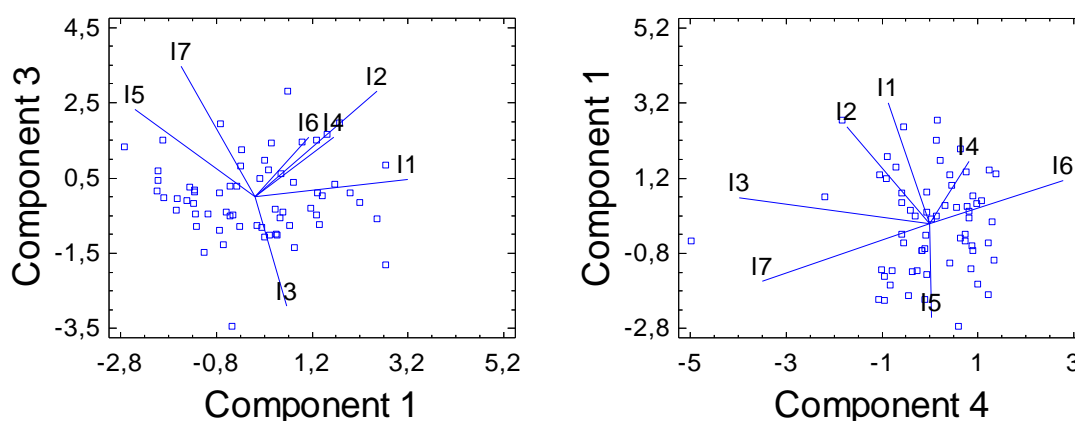
**Figura 20: Biplot de Componente 1 con Componente 2**



*Fuente: Elaboración propia*

Hemos realizado más biplots (Figura 21) para comparar los resultados de todos ellos. Cuanto más porcentaje de variación representen los dos ejes, más representativo es el gráfico, por eso hemos optado por representar el biplot de 1 y 2, el de 1 y 3 y el de 1 y 4. En todos los casos observamos que los indicadores tienen una gran variabilidad ya que cada uno tiene una orientación distinta con respecto a los otros en cada uno de los gráficos. De la misma manera, en el caso de los individuos, los biplots obtenidos no muestran datos muy significativos ya que la mayoría de los puntos se concentran en el origen y no alrededor de ningún indicador en concreto.

**Figura 21: Biplot de Componente 1- Componente 3 y de Componente 1- Componente 4**



*Fuente: Elaboración propia*

## 6 Conclusiones

Hacer operativo el concepto de sostenibilidad no es una tarea sencilla, y es necesario conocer una gran cantidad de variables que pueden hacer que una evaluación de sostenibilidad sufra importantes sesgos si no se ha tenido en cuenta de antemano.

En el presente documento se revisan una serie de marcos de evaluación de sostenibilidad contruidos por distintos autores e instituciones. Cada uno de ellos muestra unas características determinadas y hemos encontrado uno que se adapta a priori a nuestro contexto específico, el marco MESMIS.

Podemos concluir que la metodología desarrollada para realizar el estudio de sostenibilidad en las comunidades de San José de Cusmapa, ha supuesto un esclarecedor marco que ha ayudado a tornar operativos los puntos clave identificados en el contexto. Los indicadores resultantes nos muestran una amplia gama de atributos, que son componentes de la sostenibilidad de cualquier sistema, y se han podido cuantificar gracias a una amplia y específica revisión bibliográfica previa y a un estudio de campo previo. Estos indicadores muestran una clara falta de sostenibilidad en las tres esferas incluidas (social, ambiental y económica) por la casi totalidad de individuos lo que hace preocupante la situación de la zona.

El Análisis de Componentes Principales hace patente la falta de agrupamiento entre los individuos de la misma comunidad alrededor de algún indicador, existe una alta dispersión en la representación de todas las componentes aunque han surgido planteamientos interesantes en su análisis que ayudan a reconstruir tanto los indicadores como la propia encuesta.

Debemos resaltar que, debido a que la fase de toma de datos se realizó con anterioridad al planteamiento del presente trabajo, las entrevistas no estaban diseñadas para analizar los puntos que hubieran sido interesantes estudiar, con los que el presente estudio hubiera podido dar claras muestras de complejidad y robustez. Algunos de esos puntos

pendientes tienen que ver con todos los indicadores diagnosticados en la Figura 11 y señalados en negro. Nos ha resultado imposible analizar tales indicadores ya que no se disponían de datos suficientes como para poder elaborar un indicador lo suficientemente robusto y significativo como los que se han elaborado en el documento.

Sin embargo, este documento es una de las fases preliminares de un largo recorrido que culminará en la elaboración de una Tesis Doctoral. De momento hemos conseguido sentar las bases de la metodología a aplicar así como las carencias de la herramienta utilizada para tomar los datos. Será necesario, por tanto, la elaboración de una nueva encuesta que logre aunar los datos necesarios para realizar una investigación más completa y adecuada a las necesidades de la propia metodología implementada.

## 7 Referencias

- ASTIER, M., MASERA, O., GALVAN-MIYOSHI, Y. 2008. *“Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional”*. Ed. Mundiprensa. Mexico.
- CARPENTER, S.R. and TURNER, M.G. 2000. *“Hares and tortoises: Interactions of fast and slow variables in ecosystems”*. Ecosystems, 3: 495-497.
- CONTRERAS RAMOS J. 2006. *“Evaluación de la sostenibilidad del cultivo de maíz grano en la región de Serdan, Puebla (México)”*. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
- CUADRAS, C.M. 1981. *“Métodos de análisis multivariante”*. Colección Laboratorio de cálculo Nº 23. Editorial Universitaria Barcelona, España.
- GONZÁLEZ DE MIGUEL, C., DÍAZ-AMBRONA, C.H., POSTIGO, J.L. 2009. *“Evaluación de la sostenibilidad agraria. El caso de La Concordia (Nicaragua)”*. Ingeniería sin fronteras Asociación para el Desarrollo.
- GORE, A. A. 2006. *“Una verdad incómoda. La crisis planetaria del calentamiento global y cómo afrontarla”* Ed. Gedisa. Barcelona, España.
- GUBA, E. G. y LINCOLN, Y.S. 1989. *“Fourth Generation Evaluation”*. Newbury Park, Ca.: Sage Publication, pp. 22-49.
- HOLLING, C. S. 1973. *“Resilience and stability of ecological systems”*. Annual Review of Ecology and Systematics, 4:1–23.
- HOLLING, C. S. 2001. *“Understanding the Complexity of Economic, Ecological and Social Systems”* Ecosystems, 4: 390-405.

- LAWN, P.A. 2003. *"A theoretical foundation to support the Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW), Genuine Progress Indicator, and other related indexes"*. Ecological Economics 44, pp. 105-118.
- LEWANDOWSKI, I., HERDTLEIN, M. Y KALTSCHMITT. 1999. *"Sustainable crop production: Definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability"*. Crop Science 30: 184-193.
- LÓPEZ-RIDAURA, S., VAN KEULEN, H., VAN ITTERSUM, M.K. and LEFFELAAR, P.A. 2005. *"Multiscale Methodological Framework to Derive Criteria and Indicators for Sustainability Evaluation of Peasant Natural Resource Management Systems"* Environment, Development and Sustainability, 7:51-69.
- LÓPEZ-RIDAURA, S., MASERA, O., ASTIER, M. 2002. *"Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework"*. Ecological Indicators 2, pp. 135-148.
- MALTHUS, T.R. 1827. *"Definitions in Political Economy. Preceded by an Inquiry into the Rules which Ought to Guide Political Economists in the Deviation from the Rules in their Writings."* Londres Ref.
- MARTÍNEZ A.R. 1999. *"El análisis multivariante en la investigación científica"* Cuadernos de estadística 1. Ed. La Muralla S.A. Madrid, España.
- MASERA, O., ASTIER, M., LÓPEZ-RIDAURA, S. 1999. *"Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de Evaluación MESMIS"* Ed. Mundiprensa – GIRA – UNAM. México.
- MASERA, O. y LÓPEZ-RIDAURA, S. (editores) 2000. *"Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural"* Ed. Mundiprensa – GIRA – UNAM. México.
- MAX-NEEF, M. 1995. *"Economic growth and quality of life: a threshold hypothesis"* Ecological Economics 15, pp. 115-118.
- NAREDO, JM. 1996. *"Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible"*. Textos sobre Sostenibilidad I. Cuadernos de Investigación Urbanística nº 41. Madrid,. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/cs/>
- NEUDOERFFER, R.C., WALTNER-TOEWS, D., KAY, J., JOSHI, D.D., TAMANG, M.S. 2005. *"A diagrammatic approach to understanding complex eco-social interactions in Kathmandu, Nepal"*. Ecology and Society 10(2): 12.  
Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss2/art12/>

- NUÑEZ OSORIO, S. 2008. *“Diagnóstico participativo de los recursos naturales en nueve comunidades del municipio de San José de Cusmapa, Departamento de Madriz (Nicaragua)”* Trabajo Fin de Carrera. ETSI Agrónomos. UPM.
- PIMM, S. L. 1991. *“The balance of nature?”* University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- RODRÍGUEZ OSUNA, J. 1991. *“Métodos de muestreo”* Cuadernos metodológicos. Ed. CIS. Madrid. Disponible en: <http://www.librosaulamagna.com/libro/METODOS-DE-MUESTREO/210486/13689>
- SACHS, I. 1981. *“Ecodesarrollo: concepto, aplicación, beneficios y riesgos”*. Agricultura y Sociedad 18, pp. 9-32.
- STOCKLE, C. O., PAPENDICK, R. I., SAXTON, K. E., CAMPBELL, G. S., y VAN EVERT, F. K. 1994. *“A Framework for Evaluating the Sustainability of Agricultural Production Systems”*. American Journal of Alternative Agriculture, 9: 45-51.
- WALKER, B., CARPENTER S., ANDERIES J., ABEL N., CUMMING G., JANSSEN M., LEBEL L., NORBERG J., PETERSON G. D., y PRITCHARD R. 2002. *“Resilience Management in Social-ecological Systems: a Working Hypothesis for a Participatory Approach”*. Conservation Ecology, vol 6(1): 14. Disponible en: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>
- WALKER, B., HOLLING C. S., CARPENTER S., KINZIQ A. 2004. *“Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems”*. Ecology and Society, vol 9 (2): 5. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>
- WALTNER-TOEWS, D., y KAY, J. 2005. *“The Evolution of an Ecosystem Approach: the Diamond Schematic and an Adaptive Methodology for Ecosystem Sustainability and Health”*. Conservation Ecology, 10(1): 38. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art38/>
- from the Central Intelligence Agency (CIA). Disponible en: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/nu.html>
- from the World Commission on Environment and Development. 1987. (the Brundtland Commission) report *“Our Common Future”* (Oxford: Oxford University Press).
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Disponible en: <http://www.ineter.gob.ni/images/stories/mapas/tematicos/geodesia/departamentales/madriz.jpg>
- Mapeo de las cadenas agroalimentarias de maíz blanco y frijol en Centroamérica: edición actualizada al año 2008. IICA, Proyecto Red SICTA, Cooperación Suiza en América Central. Managua: IICA 2009. Disponible en: [http://infoagro.net/infotec/redsecta/PDF\\_Files/actual\\_Mapeo\\_MaizFrijol.pdf](http://infoagro.net/infotec/redsecta/PDF_Files/actual_Mapeo_MaizFrijol.pdf)

# ANEXO I

### MODELO DE ENCUESTA.

En este anexo se presenta un modelo de las encuestas que se realizaron dentro del programa “Fortalecimiento de la seguridad alimentaria a través de Escuelas de Campo Agrícolas en el municipio de San José de Cusmapa, Nicaragua” sobre el que nos hemos basado para obtener los indicadores necesarios.

#### Encuesta de evaluación

A. Encuestador: \_\_\_\_\_ B. Número de encuesta \_\_\_\_\_

C. Comunidad: \_\_\_\_\_ D. Municipio \_\_\_\_\_

E. Localización de la vivienda \_\_\_\_\_

F: Fecha entrevista \_\_\_\_\_

#### ENCUESTA PARA MONITOREO DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

Buen día. Estamos realizando una encuesta a fin de conocer el nivel satisfacción con respecto a la asistencia técnica recibida en los últimos años. Todos los datos que nos proporcione serán confidenciales. Siéntase libre de responder la encuesta. No existen respuestas buenas ni malas.

#### SECCIÓN A: INFORMACIÓN SOCIO-DEMOGRAFICA.

1. Nombre de la persona entrevistada \_\_\_\_\_

2. Código \_\_\_\_\_

3. Sexo de la persona entrevistada (1) Masculino (2) Femenino

4. ¿Quién es el o la jefe del hogar?

(1) Pariente femenino (2) Pariente masculino (3) La pareja

5. ¿Edad del jefe de hogar? \_\_\_\_\_

6. ¿Último grado de educación obtenida (jefe de hogar)?

(1) Primaria (1 a 4 grado) (2) Primaria hasta 6to grado (3) Secundaria 1-3 año

(4) Bachillerato 4-5 año (5) Técnico (6) Universitario

7. ¿En los últimos meses, cuantas personas residen habitualmente en esta vivienda? \_\_\_\_\_

8. ¿Cuántos de ellos son menores de 15 años? \_\_\_\_\_

#### SECCIÓN B: CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA.

1. ¿Su vivienda es?

(1) Propia (2) Arrendada (3) De un familiar (prestada) (4) Otro \_\_\_\_\_



2. ¿Tiene título de propiedad de su casa (inscrita, registrada, derechos reales)?

(1) Sí (0) No

6. ¿Con qué tipo de suministro de electricidad cuenta su casa?

(1) Sin suministro (2) Con conexión compartida (3) Conexión propia con contador

7. ¿La vivienda cuenta con servicio de agua potable? (1) Sí (0) No

8. ¿Con qué tipo de instalaciones sanitarias cuenta su hogar?

(1) Servicio sanitario (2) Letrina (3) Fosa séptica (4) No tiene (5) Otro

9. ¿Tiene acceso a teléfono y/o celular? (1) Sí (0) No

### SECCIÓN C: CARACTERÍSTICAS AGRÍCOLAS.

1. ¿A que actividad se dedica mayormente?

(1) Agricultura a tiempo completo en sus propias tierras (2) Agricultura como jornalero

(3) Actividades no agrícolas (4) Agricultura propia y asalariada

2 Tiempo que se dedica (jornales) al año.

(1) Agricultura propia \_\_\_\_ (2) Agricultura asalariada \_\_\_\_ (3) Otras actividades no agrícolas \_\_\_\_

3. ¿Que cultiva mayormente su familia? [Señalar la actividad más importante].

No.	Cultivo	Manzanas
1	Cultivos básicos – maíz y frijol	
2	Hortalizas	
3	Tubérculos (papa)	
4	Café	
5	Frutales	
6	Pastos	
7	Bosque	
Total		

4. ¿Cuál es la segunda fuente de ingreso más importante de su familia?

(1) Agricultura en sus propias tierras (2) Agricultura como jornalero

(3) Actividades no agrícolas (4) Remesas

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PROPIEDADES QUE TIENE EL HOGAR.**

	Número de parcelas				
	1	2	3	4	5
1. Área de la parcela					
2. Tipo de tenencia					
7. Distancia al camino más cercano (minutos)					
8. ¿Este camino es transitable todo el año? 1=Sí ;					
9. Tipo de riego 0. Ninguno                      4. Aspersión 1. Inundación                  5. Goteo 2. Pozo perforado            6. Bombeo y luego gravedad 3. Pozo malacate            7. Otro. Esp. _____					
10. Pendiente (clave 9) 1=Plano o casi plano (0-5%) 2=Moderadamente inclinado (5-15%) 3= Muy inclinado - inadecuado					

**ACTIVOS AGRÍCOLAS.**

Tipo de maquinaria y equipo		2. ¿Cuántos tiene actualmente?	3. ¿Cuál es el valor al que los adquirió?	4. ¿En qué año los compró o construyó?
1.Código	Nombre			
1.	Corral			
2.	Bodega			
3.	Silo/granero			
4.	Pozo			
5.	Carreta de bueyes			
6.	Bomba de riego			
7.	Cosechadora			
8.	Carro			
9.	Camión			
10.	Motocicleta			
11.	Bueyes			

**SECCIÓN D. DATOS AMBIENTALES-ECOLÓGICOS.**

	Número de parcelas				
	1	2	3	4	5
1. ¿Practica agroforesteria?					
2. Cantidad de árboles por manzana					
3. Realización de prácticas extractivas de fauna	(1) Sí            (0) No				
4. Diversidad de fauna	(0) Inapreciable    (1) Escaso    (2) Abundante    (3) Muy abundante				
5. Grado de Erosión (0) Sin erosión                  (2) Moderada (1) Leve                          (3) Severa					

### SECCIÓN E. PARTICIPACIÓN EN ORGANIZACIONES COMUNALES.

1. ¿Participa usted o algún miembro de su familia en alguna organización social, gremial o comunal?

(1) Sí

(0) No

1. Código y descripción de la organización	2. ¿Esta organización existe en la comunidad o no?	3. ¿Algún miembro del hogar pertenece a este tipo de organización?	6. ¿Algún perteneció a este tipo de organización en el pasado?	9. ¿Dan Uds. algún tipo de contribución a la organización?	10. ¿Cuáles son los principales servicios o beneficios que ofrece la organización?
1 Cooperativa Agrícola					
2 Asociación de productores agrícola o pecuario					
3 Comunal					
4 Empresa privada					
5 Banco comunal / caja rural					
6 ECA's/(INSFOP-UNICAM)					
7 Iglesia					
8 Otro					

2. ¿Cuándo dio comienzo el proyecto?

3. ¿Cuándo terminó el proyecto?

4. ¿Qué servicios recibe de las escuelas de campo INSFOP-UNICAM actualmente?(de la cual recibe asistencia técnica)

5. ¿Cuál es su percepción sobre los servicios que ofrece INSFOP-UNICAM?

(a) Muy malos (b) Malos (c) Regulares (d) Buenos (e) Excelentes

6. ¿Usted fue consultado para el diseño del proyecto de asistencia técnica?

(1) Sí (0) No

7. ¿Recibe usted avances informativos sobre la marcha del proyecto?

(1) Sí

(0) No

8. ¿En qué talleres participó usted del proyecto?

---

---

---

9. ¿Conoce el monto del valor total del proyecto en su finca?

10. ¿Ha participado en otros proyectos o programas?

(1) Sí

(0) No

11. De una escala de 1 a 5 indique su nivel de acuerdo con los siguientes enunciados siendo: 1=totalmente en desacuerdo, 2= desacuerdo, 3=neutral, 4=de acuerdo, 5=muy de acuerdo.

1. Sus opiniones son tomadas en cuenta en las decisiones del proyecto \_\_\_\_\_
2. El proyecto fue importante para su actividad productiva \_\_\_\_\_
3. La comunicación interna de la cooperativa es efectiva \_\_\_\_\_
4. Quedó satisfecho con las visitas de asistencia técnica realizadas \_\_\_\_\_
5. Quedó satisfecho con las capacitaciones realizadas \_\_\_\_\_
6. Estas visitas y capacitaciones fueron importantes para usted \_\_\_\_\_

#### SECCIÓN F. OPINIONES Y PERCEPCIONES.

1. ¿Cuáles considera usted que actualmente son los tres problemas principales para mejorar la producción y aumentar los ingresos de su familia?

Problema principal nº 1: \_\_\_\_\_

Problema principal nº 2: \_\_\_\_\_

Problema principal nº 3: \_\_\_\_\_

#### CUADRO CALIFICACION DE SITUACIÓN DEL HOGAR.

2. En los últimos 3 años, ¿El hogar ha mejorado, empeorado o estado igual respecto a (de una escala de 1 a 5 indique su nivel de acuerdo con los siguientes enunciados siendo 1=mejoró mucho, 2= mejoró, 3=casi no cambió, 4=empeoró, 5=empeoró mucho):

1. N° de orden	2. Nombre del asunto	3. Calificación	4. Observaciones
1	Sus ingresos		
2	La casa		
3	La salud		
4	La alimentación		
5	La educación de sus hijos		
6	Sus conocimientos técnicos		
7	Sus conocimientos para lograr la venta de productos		

3. Hoy en día, conseguir mano de obra para trabajo en las fincas es

(1) Fácil (2) Difícil

4. Si es difícil conseguir mano de obra para trabajo en las fincas, eso es por

(1) Escasez general (2) Muy cara  
(3) Mucha competencia cuando la necesite (4) Otra razón \_\_\_\_\_

### SECCIÓN G. PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO DE CRÉDITO.

Nota al encuestador: los créditos no se limitan a los préstamos bancarios, sino también incluyen: el dinero, los insumos, los servicios (por ejemplo, maquinaria) y los bienes que los miembros del hogar recibieron a cambio de una promesa de pagar - sea en dinero, producto o mano de obra - en el futuro.

1. Durante el último año, ¿usted u otro miembro de su hogar recibió un crédito para: actividades agropecuarias, negocios gastos del hogar (consumo) o gastos imprevistos?

(1) Sí (0) No

Código	Nombre de la institución	Sí/no	Monto
1	Formal regulada (Banco estatal, banco privado, cooperativa, otra institución regulada).		
2	Formales no reguladas (cooperativa de productores, banco comunal, caja rural, grupo solidario, ONG o proyecto)		
3	Crédito de fuentes informales (tienda de insumos agrícolas, otra tienda, coyote,		
4	Familiar o amigo		
5	Otra institución formal regulada:		

### CUADRO FUENTES DE CRÉDITO EN EL ÚLTIMO AÑO.

Tipo de institución que le brindó el préstamo:

2. Si usted recibe crédito de la cooperativa ¿Considera que el monto fue suficiente?

(1) Sí

(0) No

3. A su criterio, ¿el trámite para solicitar el préstamo fue ágil?

(1) Sí

(0) No

4. La tasa de interés a la que recibió el préstamo fue:

(1) Alto

(2) Normal

(3) Bajo

5. ¿El plazo al que recibió el préstamo se ajusta sus necesidades?

(1) Sí

(0) No

6. ¿Considera que el crédito que ofrece la cooperativa tiene más ventajas que otras instituciones de préstamo?

(1) Sí

(0) No

7. ¿Para qué actividad principal usó el crédito (de cualquier fuente)?

(1) Comprar insumos

(2) Comprar ganado

(3) Pagar mano de obra

(4) Comprar equipo

(5) Consumo del hogar

(6) Otro \_\_\_\_\_

8. Si ya se terminó el plazo del crédito, ¿usted lo canceló totalmente?

(1) Sí

(0) No

9. Si no lo pudo cancelar, explique por qué \_\_\_\_\_

10. Para conseguir este crédito, ¿Qué tipo(s) de garantía dio?

(1) Vivienda (2) Ganado (3) Cosecha (4) Tierra (5) Otro

11. Durante los últimos tres años, ¿Algún miembro del hogar solicitó algún crédito que le fue rechazado?

(1) Sí

(0) No

12. ¿Por qué razón le negaron el crédito (o los créditos)? (señale todas las respuestas que mencione)

(1) Falta de garantías

(2) le faltaron documentos

(3) malas referencias

(4) ingresos insuficientes

(5) falta de solvencia

(6) Otro \_\_\_\_\_

Densidad de plantación:

Producción:

Superficie de parcela:

Fecha de siembra:

Fecha de cosecha:

Fecha	Labor - Actividad	Apero	Tiempo	Producto	Unidades	Observaciones



Ingresos					
Producto	Cantidad	Precio	Valor total	Valor/ha	Observaciones
TOTAL					

Costos					
Producto	Cantidad	Precio	Valor total	Valor/ha	Observaciones
TOTAL					

# ANEXO II

VALORES REALES MEDIDOS PARA CADA ENCUESTADO

Encuestado	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7
1	73,20	6,20	-	0,50	5	4,00	0,25
2	102,32	7,44	-	0,50	3	3,00	0,50
3	111,95	8,68	6,94	0,33	3	3,00	0,50
4	687,27	11,17	-	0,00	2	3,50	0,25
5	113,28	3,72	0,81	3,00	3	3,00	0,50
6	287,57	4,34	-	3,00	3	3,50	0,50
7	76,12	0,37	0,00	3,00	7	1,50	0,50
8	606,20	5,71	-	2,50	7	4,00	0,50
9	463,80	3,72	-	3,00	4	4,00	0,25
10	269,62	1,36	0,04	1,00	2	3,50	0,25
11	47,58	2,48	0,60	1,00	6	4,00	0,25
12	181,84	2,48	-	0,00	6	3,50	0,50
13	99,02	1,24	-	1,00	5	3,00	0,50
14	63,44	1,48	0,58	0,00	3	3,00	0,25
15	358,06	0,42	0,00	1,00	5	3,00	0,50
16	98,89	0,77	-	0,25	5	4,00	0,50
17	101,50	1,24	-	1,00	3	4,00	0,50
18	23,79	0,52	-	1,00	4	3,00	0,50
19	380,64	1,73	-	1,00	2	4,00	0,50
20	50,75	0,93	0,33	1,00	2	3,00	0,50
21	86,65	1,92	-	0,50	12	4,00	0,50
22	194,83	0,00	-	0,00	9	3,50	0,50
23	515,45	2,84	-	1,00	6	4,00	0,50
24	222,12	0,58	-	1,00	4	4,00	0,25
25	77,90	1,33	2,65	1,00	7	4,00	0,25
26	36,47	0,34	-	1,00	5	4,00	0,50
27	126,88	1,14	-	3,00	3	4,00	0,25
28	211,46	1,60	-	1,00	6	3,00	0,25
29	60,90	3,97	-	1,00	11	4,00	0,25
30	211,46	0,10	-	1,00	8	4,00	0,25
31	279,65	7,20	-	3,00	12	4,00	0,50
32	319,12	5,33	-	1,00	11	4,00	0,25
33	26,71	0,74	0,00	0,20	11	4,00	0,50
34	42,86	7,44	-	0,75	9	4,00	0,50
35	328,14	11,17	-	0,80	6	4,00	0,25
36	196,79	5,71	-	0,50	7	4,00	0,25
37	264,33	3,20	-	0,00	3	3,00	0,25
38	80,74	0,24	0,56	0,00	11	4,00	0,25
39	73,00	3,22	-	0,00	7	4,00	0,25
40	87,23	0,62	-	0,67	8	3,00	0,50
41	231,18	1,83	-	1,67	3	4,00	0,25
42	11,89	0,10	0,00	3,00	3	3,00	0,25
43	194,83	1,84	-	2,00	3	3,00	0,25

44	194,83	1,84	-	1,00	-	3,50	0,25
45	32,90	0,01	-	1,67	-	5,00	0,50
46	194,83	1,84	0,00	3,00	-	5,00	0,50
47	30,92	0,33	-	2,50	-	5,00	0,50
48	126,88	1,24	-	3,00	2	4,00	0,50
49	104,30	1,13	-	1,00	3	4,50	0,25
50	167,74	1,63	-	1,00	2	4,00	0,25
51	47,84	0,69	1,87	2,00	-	4,00	0,25
52	159,91	1,29	-	3,00	-	5,00	0,25
53	194,83	1,84	0,38	-	-	4,00	0,25
54	294,62	2,25	-	3,00	2	4,00	0,25
55	294,62	2,62	-	2,00	-	3,00	0,50
56	194,83	1,84	1,59	2,34	-	4,00	0,50
57	421,50	1,03	-	3,00	2	3,50	0,25
58	650,26	5,21	3,44	1,00	2	3,50	0,25
59	194,83	1,84	-	2,00	2	4,00	0,25
60	294,62	1,12	0,00	3,00	-	4,00	0,50
61	294,62	2,62	-	2,00	1	4,00	0,25
62	126,88	1,06	1,78	3,00	6	4,50	0,50
63	194,83	0,31	-	3,00	-	4,00	0,50
64	194,83	1,84	0,00	3,00	-	4,00	0,25
65	194,83	0,79	-	1,00	-	3,00	0,25
66	317,20	3,97	0,00	2,00	2	4,00	0,25
67	194,83	0,31	-	3,00	3	4,00	0,50
68	194,83	0,79	1,17	3,00	3	5,00	0,50
69	185,69	0,73	-	2,34	4	4,00	0,50
70	217,41	0,94	1,40	2,00	2	4,00	0,25
71	194,83	1,84	-	1,00	2	4,00	0,25
72	72,58	0,38	0,00	3,00	3	4,00	0,50
73	280,85	0,91	-	1,00	3	5,00	0,25
74	194,83	0,71	-	2,34	-	4,00	0,25
75	185,69	1,70	-	3,00	-	3,50	0,25
76	194,83	1,58	0,79	1,00	-	4,00	0,25
77	167,74	0,35	-	3,00	-	3,00	0,25
78	165,86	2,39	-	3,00	2	4,00	0,50
79	165,86	1,39	-	3,00	2	3,00	0,25
80	169,83	1,45	2,20	3,00	2	3,50	0,25

VALORES ESTANDARIZADOS MEDIDOS PARA CADA ENCUESTADO

Encuestado	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7
1	0,37	2,78	-	5,21	1,43	3,57	1,67
2	0,51	3,33	-	5,21	0,71	2,14	3,33
3	0,56	3,89	4,96	5,56	0,71	2,14	3,33
4	3,44	5,00	-	6,25	0,36	2,86	1,67
5	0,57	1,67	0,58	0,00	0,71	2,14	3,33
6	1,44	1,94	-	0,00	0,71	2,86	3,33
7	0,38	0,17	0,00	0,00	2,14	0,00	3,33
8	3,03	2,56	-	1,04	2,14	3,57	3,33
9	2,32	1,67	-	0,00	1,07	3,57	1,67
10	1,35	0,61	0,03	4,17	0,36	2,86	1,67
11	0,24	1,11	0,43	4,17	1,79	3,57	1,67
12	0,91	1,11	-	6,25	1,79	2,86	3,33
13	0,50	0,56	-	4,17	1,43	2,14	3,33
14	0,32	0,67	0,42	6,25	0,71	2,14	1,67
15	1,79	0,19	0,00	4,17	1,43	2,14	3,33
16	0,49	0,35	-	5,73	1,43	3,57	3,33
17	0,51	0,56	-	4,17	0,71	3,57	3,33
18	0,12	0,24	-	4,17	1,07	2,14	3,33
19	1,90	0,78	-	4,17	0,36	3,57	3,33
20	0,25	0,42	0,24	4,17	0,36	2,14	3,33
21	0,43	0,86	-	5,21	3,93	3,57	3,33
22	0,97	0,00	-	6,25	2,86	2,86	3,33
23	2,58	1,27	-	4,17	1,79	3,57	3,33
24	1,11	0,26	-	4,17	1,07	3,57	1,67
25	0,39	0,60	1,89	4,17	2,14	3,57	1,67
26	0,18	0,16	-	4,17	1,43	3,57	3,33
27	0,63	0,51	-	0,00	0,71	3,57	1,67
28	1,06	0,72	-	4,17	1,79	2,14	1,67
29	0,30	1,78	-	4,17	3,57	3,57	1,67
30	1,06	0,05	-	4,17	2,50	3,57	1,67
31	1,40	3,22	-	0,00	3,93	3,57	3,33
32	1,60	2,39	-	4,17	3,57	3,57	1,67
33	0,13	0,33	0,00	5,83	3,57	3,57	3,33
34	0,21	3,33	-	4,69	2,86	3,57	3,33
35	1,64	5,00	-	4,58	1,79	3,57	1,67
36	0,98	2,56	-	5,21	2,14	3,57	1,67
37	1,32	1,43	-	6,25	0,71	2,14	1,67
38	0,40	0,11	0,40	6,25	3,57	3,57	1,67
39	0,37	1,44	-	6,25	2,14	3,57	1,67
40	0,44	0,28	-	4,86	2,50	2,14	3,33
41	1,16	0,82	-	2,78	0,71	3,57	1,67
42	0,06	0,05	0,00	0,00	0,71	2,14	1,67
43	0,97	0,83	-	2,08	0,71	2,14	1,67

44	0,97	0,83	-	4,17	-	2,86	1,67
45	0,16	0,01	-	2,78	-	5,00	3,33
46	0,97	0,83	0,00	0,00	-	5,00	3,33
47	0,15	0,15	-	1,04	-	5,00	3,33
48	0,63	0,56	-	0,00	0,36	3,57	3,33
49	0,52	0,51	-	4,17	0,71	4,29	1,67
50	0,84	0,73	-	4,17	0,36	3,57	1,67
51	0,24	0,31	1,34	2,08	-	3,57	1,67
52	0,80	0,58	-	0,00	-	5,00	1,67
53	0,97	0,83	0,27	-	-	3,57	1,67
54	1,47	1,01	-	0,00	0,36	3,57	1,67
55	1,47	1,18	-	2,08	-	2,14	3,33
56	0,97	0,83	1,14	1,38	-	3,57	3,33
57	2,11	0,46	0,00	0,00	0,36	2,86	1,67
58	3,25	2,33	2,46	4,17	0,36	2,86	1,67
59	0,97	0,83	-	2,08	0,36	3,57	1,67
60	1,47	0,51	0,00	0,00	-	3,57	3,33
61	1,47	1,18	-	2,08	0,00	3,57	1,67
62	0,63	0,48	1,28	0,00	1,79	4,29	3,33
63	0,97	0,14	-	0,00	-	3,57	3,33
64	0,97	0,83	0,00	0,00	-	3,57	1,67
65	0,97	0,36	-	4,17	-	2,14	1,67
66	1,59	1,78	0,00	2,08	0,36	3,57	1,67
67	0,97	0,14	-	0,00	0,71	3,57	3,33
68	0,97	0,36	0,83	0,00	0,71	5,00	3,33
69	0,93	0,33	0,00	1,38	1,07	3,57	3,33
70	1,09	0,42	1,00	2,08	0,36	3,57	1,67
71	0,97	0,83	-	4,17	0,36	3,57	1,67
72	0,36	0,17	0,00	0,00	0,71	3,57	3,33
73	1,40	0,41	-	4,17	0,71	5,00	1,67
74	0,97	0,32	-	1,38	-	3,57	1,67
75	0,93	0,76	-	0,00	-	2,86	1,67
76	0,97	0,71	0,56	4,17	-	3,57	1,67
77	0,84	0,16	-	0,00	-	2,14	1,67
78	0,83	1,07	-	0,00	0,36	3,57	3,33
79	0,83	0,62	-	0,00	0,36	2,14	1,67
80	0,85	0,65	1,58	0,00	0,36	2,86	1,67